Daniela BOGDAN

PROBLEME DE CHIMIE

Culegere pentru clasa a IX-a

MISTRAL
INFO MEDIA

Cuprins

1. TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR ŞI STRUCTURA ATOMULUI 7
Breviar 7
Probleme 10
Rezolvări 15

2. LEGĂTURI CHIMICE. FORŢE INTERMOLECULARE 22
Breviar 22
Probleme 24
Rezolvări 27

3. LEGILE GAZULUI IDEAL 35
Breviar 35
Probleme 37
Rezolvări 44

4. STAREA LICHIDĂ. SOLUŢII 56
Breviar 56
Probleme 57
Rezolvări 63

5. ECHILIBRE CHIMICE 72
Breviar 72
Probleme 74
Rezolvări 84

6. REACŢII DE OXIDO-REDUCERE 95
Breviar 95
Probleme 97
Rezolvări 103

7. PROBLEME DATE LA OLIMPIADE 114
Olimpiada judeţeană 2001, clasa a IX-a 114
Olimpiada naţională 2001, clasa a IX-a 116
Olimpiada judeţeană 2002, clasa a IX-a 118
Olimpiada naţională 2002, clasa a IX-a 121

Olimpiada județeană 2003, clasa a IX-a 123
Olimpiada națională 2003, clasa a IX-a 125
Olimpiada județeană 2004, clasa a IX-a 128
Olimpiada națională 2004, clasa a IX-a 130
Olimpiada județeană 2005, clasa a IX-a 133
Olimpiada națională 2005, clasa a IX-a 135
Olimpiada județeană 2006, clasa a IX-a 137
Olimpiada națională 2006, clasa a IX-a 140
Olimpiada județeană 2007, clasa a IX-a 143
Olimpiada națională 2007, clasa a IX-a 146
Olimpiada județeană 2008, clasa a IX-a 148
Olimpiada națională 2008, clasa a IX-a 151
Olimpiada județeană 2009, clasa a IX-a 154
Olimpiada națională 2009, clasa a IX-a 157

RĂSPUNSURILE SUBIECTELOR DE OLIMPIADĂ 162

Capitolul

1. TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR ŞI STRUCTURA ATOMULUI

Breviar

Atomul este alcătuit dintr-o parte centrală cu densitate mare – nucleul – şi din învelişul de electroni.

Masa atomului este concentrată în nucleu, iar volumul nucleului este mic, comparativ cu volumul atomului.

Atomul este alcătuit din particule elementare: *mezoni, hiperoni, neutrino, electroni, protoni, neutroni,* ultimele trei fiind particule fundamentale (simbolizate: ${}^{0}_{-1}e$, ${}^{1}_{+1}p$, respectiv, ${}^{1}_{0}n$).

Nucleul este încărcat pozitiv, iar învelişul electronic, negativ. Numărul sarcinilor pozitive din nucleu este egal cu numărul sarcinilor negative din învelişul electronic, deci atomul este neutru din punct de vedere electric.

Numărul atomic, Z, reprezintă numărul protonilor din nucleu şi, de asemenea, numărul electronilor din învelişul electronic, deoarece în atom numărul de protoni este egal cu numărul de electroni.

Numărul de masă, A, reprezintă suma protonilor şi a neutronilor dintr-un atom:

$$A - Z = \text{nr. de neutroni}$$

Speciile de atomi cu acelaşi Z formează *elementul chimic.* Un element chimic poate fi format din atomi care au acelaşi Z, dar A diferit, datorită numărului de neutroni diferit.

Aceste specii se numesc *izotopi* (cu notaţia ${}^{A}_{Z}X$).

Masa atomică relativă reprezintă numărul care arată de câte ori masa unui atom este mai mare decât a 12-a parte din masa izotopului ${}^{12}_{6}C$.

Molul de atomi reprezintă masa unui element care conține $6{,}022 \cdot 10^{23}$ atomi, deci masa atomică a elementului (în grame).

Învelișul electronic este format din toți electronii care gravitează în jurul nucleului și în jurul propriei axe. Electronii ocupă poziții în funcție de energia lor, fiind așezați pe straturi și substraturi. Ultimul strat – cel exterior – are energia cea mai mare și se numește *strat de valență.* Fiecare element se deosebește de precedentul printr-un electron, numit *electron distinctiv.* Numărul maxim de straturi pentru un atom este 7: *K, L, M, N, O, P, Q,* numărătoarea începând de la nucleu spre exterior. Fiecare strat este alcătuitrdin unul sau mai multe substraturi, fiecare substrat fiind alcătuit dintr-un număr constant de orbitali.

Stratul	Numărul substraturilor	Substraturi
K	1	1*s*
L	2	2*s* 2*p*
M	3	3s 3*p* 3*d*
N	4	4*s* 4*p* 4*d* 4*f*

Substraturi	Numărul orbitalilor	Forma	Numărul maxim de *e*–
s	1	sferică	2
p	3	bilobară	6
d	5	tetralobară	10
f	7	octalobară	14

Orbitalii sunt funcții matematice care redau starea electronilor din atomi, deci reprezintă zona de probabilitate în care se găsește electronul.

Reguli de completare a straturilor și substraturilor cu electroni:

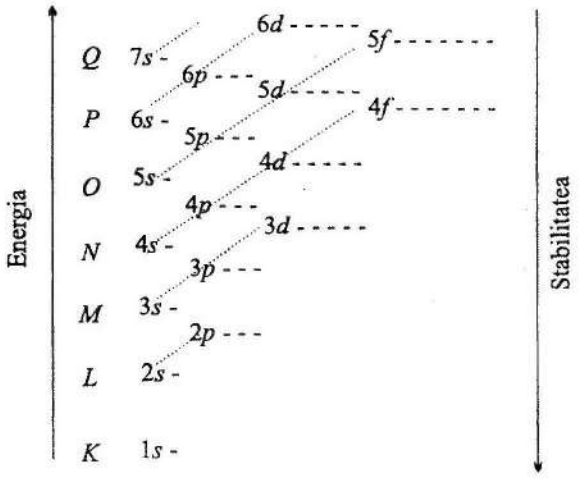
1. *Principiul minimului energetic.* Electronii ocupă orbitalii în ordinea creșterii energiei.

2. *Principiul lui Pauli.* Pe un orbital există maximum doi electroni de spin opus (electroni care se mișcă în sens orar și antiorar în jurul axei proprii).

3. *Regula lui Hund.* Distribuția electronilor într-un substrat se face astfel încât fiecare orbital să fie ocupat de câte un electron și apoi se cuplează cu cel de-al doilea electron de spin opus.

Configurația electronică reprezintă repartiția electronilor dintr-un înveliș electronic pe straturi și substraturi. Cu ajutorul configurației electronice se pot stabili:

- perioada din care face parte elementul – dată de numărul straturilor electronice;
- grupa principală, dată de numărul electronilor de pe straturile de valență:
  - grupele 1 și 2 (*IA* și *IIA*) – electronul distinctiv în substratul *s*;
  - grupele 13, 14, 15, 16 17, 18 (*IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA, VIIIA*) – electronul distinctiv în substratul *p*;
- grupa secundară:
  - blocul *d* – electronul distinctiv în substratul *d*;
  - blocul *f* – electronul distinctiv în substratul 4*f* (lantanide) sau 5*f* (actinide).



Orbitali atomici, reprezentaţi prin liniuţe, ai celor 113 elemente. Ordinea nivelurilor de energie este corectă, dar scara energiilor este arbitrară; diferenţele dintre nivelurile de energie joasă sunt în realitate mai mari, iar cele dintre nivelurile de energie înaltă, mai mici decât în diagramă.

Structurile electronice care au stabilitate sunt:

- dublet pe primul strat, $1s^2$;
- octet pe ultimul strat, $ns^2\ np^6$;
- orbitali *d* semiocupaţi, $(n-1)\ d^5$;
- orbitali *d* ocupaţi complet, $(n-1)\ d^{10}$;
- orbitali *f* semiocupaţi, $(n-2)\ f^7$;
- orbitali *f* ocupaţi compiet, $(n-2)\ f^{14}$.

Proprietăţile elementelor:

- neperiodice:
  - *Z* variază de la 1 (H) la 116 (Uus);
  - *A* variază de la 1,008 (H) la 292 (Uus).
- periodice:
  - razele şi volumele atomice;
  - razele ionice;
  - energia de ionizare;
  - afinitatea pentru electroni;
  - valenţa;
  - caracterul chimic;
  - caracterul electrochimic.

De la perioada a 2-a la perioada a 7-a, în grupele principale:

- cresc:
  - razele şi volumele atomice;
  - razele cationilor;
  - razele anionilor;
  - caracterul metalic (electropozitiv);
  - tăria bazelor;

- scad:
  - energia de ionizare;
  - caracterul nemetalic (electronegativ);
  - afinitatea pentru electroni.

De la grupa 1 (IA) la grupa 17 (VIIA):

- scad:
  - razele şi volumele atomice;
  - razele cationilor;
  - razele anionilor;
  - tăria bazelor;
  - afinitatea pentru electroni;
- cresc:
  - energia de ionizare;
  - caracterul electronegativ.

***Observaţie*:** în grupele secundare, caracterul electropozitiv variază invers faţă de grupele principale (scade de sus în jos).

Probleme

1. Indică, pe baza configuraţiei electronice, numărul electronilor:
a) necuplaţi ai atomului de In ($Z = 49$);
b) de tip *d* ai atomului de Fe ($Z = 26$);
c) de tip *s* ai atomului de Sr ($Z = 38$);
d) de tip *p* ai atomului de Te ($Z = 52$).

2. Indică elementele care corespund cerinţelor:
a) are nevoie de patru electroni pentru a-şi completa stratul al treilea;
b) au în curs de completare substratul $4p$;
c) conţine $5e^-$ de tip *p*;
d) are pe substratul $3d$ şapte electroni;
e) se află în grupa 6, perioada a 4-a.

3. *x* atomi ai unui element cu masa atomică 31 din grupa 15, perioada a 3-a conţin în învelişul electronic $9{,}0225 \cdot 10^{17}$ electroni. Stabileşte configuraţia electronică a elementului şi masa celor *x* atomi.

4. Aranjează următoarele elemente în ordinea creşterii energiei de ionizare (pentru primul electron): Ge, Se, P, S, Ar, Na, Sn, I, Xe, Rb.

5. Aranjează în ordinea creşterii razei atomice elementele: $_6C$, $_{11}Na$, $_{14}Si$, $_{29}Cu$, $_{36}Kr$, $_{13}Al$, $_{18}Ar$, $_7N$.

6. Se dau razele atomice ale elementelor din grupa 2 şi ale elementelor din perioada a 3-a.

	Be	Mg	Ca	Sr	Ba		
r [Å]	0,90	1,36	1,74	1,91	1,98		
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
r [Å]	1,54	1,36	1,18	1,11	1,06	1,02	0,99

Stabileşte sensul în care variază energia de ionizare primară (pentru primul electron) în grupa 2 şi în perioada a 3-a. Dintre toate elementele, care este cel mai electropozitiv şi care este cel mai electronegativ?

7. Valorile energiilor de ionizare primară (pentru primul electron), respectiv, secundară (pentru al doilea electron) sunt următoarele:

	[eV]	[eV]
Ne (Z = 10)	21,56	41,07
Na (Z = 11)	5,14	47,29
Mg (Z = 12)	7,64	?

Explică aceste rezultate. Valoarea energiei de ionizare a magneziului (pentru al doilea electron) este mai ridicată sau mai scăzută decât în cazul sodiului?

8. Oxigenul este un amestec de trei izotopi, ${}^{16}_{8}O$, ${}^{18}_{8}O$ şi ${}^{17}_{8}O$, în proporţie de 99,76%, 0,20% şi, respectiv, 0,04%. Calculează masa atomică relativă a elementului oxigen.

9. Uraniul natural este un amestec de trei izotopi, ${}^{238}_{92}U$, ${}^{235}_{92}U$ şi ${}^{234}_{92}U$, în proporţie de 99,274%, 0,72% şi, respectiv, 0,006%. Calculează masa atomică relativă a uraniului.

10. Cuprul natural este alcătuit din doi izotopi stabili care au masele atomice 63, respectiv 65. Numărul atomic al cuprului este 29. Indică:

a) alcătuirea nucleelor celor doi izotopi;
b) structura electronică a atomului de cupru în stare fundamentală şi a ionilor pe care îi formează;
c) procentul în care se găseşte fiecare izotop în natură, ştiind că masa atomică relativă a amestecului izotopic este 63,54.

11. Zincul prezintă cinci izotopi: ${}^{64}_{30}Zn$ (48,63%), ${}^{66}_{30}Zn$ (27,92%), ${}^{67}_{30}Zn$ (4,11%), ${}^{68}_{30}Zn$ (18,84%), ${}^{70}_{30}Zn$ (0,61%). (În paranteză sunt indicate procentele masice ale izotopilor.)

a) Calculează masa atomică relativă a zincului.
b) Câte grame de zinc cântăresc $1{,}08061 \cdot 10^{24}$ atomi?
c) Câţi electroni gravitează pe ultimul strat electronic al atomilor dintr-un mol de atomi de zinc?

12. Neonul are trei izotopi: $^{20}_{10}Ne$, $^{21}_{10}Ne$ şi $^{22}_{10}Ne$. Ştiind că cel mai răspândit este $^{20}_{10}Ne$ (89,97%) şi masa atomică a elementului este $m_a = 20{,}193$, determină abundenţa izotopică a neonului.

13. Ştiind că elementul X formează ioni X^{2+} şi ionii sunt izoelectronici cu $^{52}_{24}Cr$, iar masa atomică a lui X este cu 3,85 unităţi mai mare decât cea a cromului, determină configuraţia electronică a lui X^{2+} şi masa pe care o au $18{,}067 \cdot 10^{23}$ atomi din elementul X.

14. Se dau următoarele elemente chimice: $^{40}_{20}Ca$, $^{127}_{53}I$, $^{204}_{81}Tl$, $^{197}_{79}Au$, $^{237}_{93}Np$: Ştiind că un nucleu manifestă radioactivitate naturală, dacă $\frac{A-Z}{Z} \geq 1{,}5$, indică elementele care au această proprietate. Ce configuraţie electronică au elementele radioactive şi ce fel de ioni formează?

15. Calculează şi precizează:
a) câţi orbitali conţine nivelul 5 şi câţi electroni pot popula acest nivel?
b) care este succesiunea populării cu electroni la al 10-lea element din perioada a 5-a?
c) ce valenţe prezintă elementul indicat?

16. Căror specii chimice (atomi sau ioni) le corespunde următoarea configuraţie electronică: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6$?

17. Stabiliţi configuraţia electronică a următoarelor specii chimice, utilizând Z din tabelul periodic: Zn^{2+}, Sn^{2+}, Br^-, Cu^+, Ba^{2+}, S^{2-}, Cr^{3+}, Co^{2+}.

18. Reprezintă configuraţia electronică a: Ni, Rb, Fe^{3+}, Na^+, Ge^{4+}, Cr^{3+}, Ti^{4+}, Mn^{2+}, Ga^{3+}, folosind datele din tabelul periodic. Care dintre aceste specii chimice sunt izoelectronice cu gazele rare?

19. Elementul staniu are $Z = 50$. Reprezintă configuraţia electronică a acestuia şi arată că nu este un metal tranziţional.

20. Elementul sulf, $Z = 16$, este format din patru izotopi care conţin 16, 17, 18 şi, respectiv, 20 de neutroni.
a) Scrie simbolurile nuclizilor corespunzători.
b) Determină masa atomică relativă a elementului sulf, ştiind că, în natură, proporţiile în care se găsesc cei patru izotopi sunt: 95,02%, 0,75%, 4,21%, respectiv, 0,02%.
c) Ce masă cântăresc $9{,}033 \cdot 10^{28}$ atomi de sulf?
d) Scrie configuraţia electronică a sulfului, stabileşte poziţia lui în tabelul periodic, precum şi blocul de elemente din care face parte.
e) Scrie ecuaţia procesului de ionizare a sulfului, precum şi configuraţia ionului format.
f) Compară raza ionului format cu raza atomului de sulf.

21. Determină:
a) poziția în sistemul periodic pentru elementul $[_{36}Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^1$;
b) configurația și poziția în sistemul periodic pentru elementul care are $Z = 29$;
c) poziția și Z pentru elementul care are 8 electroni de tip d în stratul al treilea.

22. a) Aranjează în ordinea creşterii razei atomice următoarele elemente: $_{35}Br$, $_{16}S$, $_{19}K$, $_{38}Sr$.
b) Care dintre elementele date are energia de ionizare cea mai mică? Argumentează.
c) Care dintre atomii elementelor date formează ioni izoelectronici? Argumentează.

23. Elementul magneziu, $Z = 12$, este format din trei specii de atomi care conțin 12, 13 și, respectiv, 14 neutroni. Scrie simbolurile nuclizilor corespunzători.
a) Determină masa atomică relativă a elementului magneziu, știind că proporțiile în care se găsesc în natură cei trei izotopi sunt: 78,99%, 10% şi, respectiv, 11,01%.
b) Câți atomi de magneziu se găsesc în 16,8 mg de magneziu?
c) Scrie configurația electronică a magneziului și stabilește poziția lui în tabelul periodic, precum și blocul de elemente din care face parte.
d) Scrie ecuația procesului de ionizare a magneziului, precum și configurația ionului format.
e) Compară raza ionului format cu raza atomului de magneziu.

24. Identifică și determină:
a) poziția și Z pentru elementul care are 15 electroni de tip p;
b) configurația și poziția în tabelul periodic pentru elementul care are $Z = 46$;
c) poziția în tabelul periodic pentru elementul care formează ioni X^{2-} izoelectronici cu $[_{18}Ar]$.

25. a) Aranjează în ordinea creşterii razei atomice următoarele elemente: $_{13}Al$, $_{17}Cl$, $_{20}Ca$, $_{53}I$.
b) Care element dintre cele patru are afinitatea pentru electroni cea mai mare? Argumentează.
c) Care dintre atomii elementelor date formează ioni izoelectronici? Argumentează.

26. Ionii X^{3+} și Y^{2-} sunt izoelectronici cu atomii elementului Ne. Determină configurațiile electronice ale elementelor X și Y și combinația care se poate realiza între cei doi ioni.

27. Prin determinări experimentale s-a găsit masa unui atom egală cu $5{,}312 \cdot 10^{-26}$ kg.
a) Cărui element îi corespunde acest atom, dacă nucleul său conține un număr egal de protoni și neutroni?
b) Cărui bloc de elemente îi corespunde?
c) Ce stări de oxidare prezintă?

28. Un izotop al unui element cu numărul de masă $A = 46$ are 26 neutroni, iar un alt izotop (al altui element), izomasic cu primul, are cu doi neutroni mai mult.

a) Care sunt cei doi izotopi?
b) Ce configurație electronică au elementele?
c) Din ce blocuri de elemente fac parte?
d) Ce ioni pot forma?

29. Se consideră procesele de ionizare:

$$E \rightarrow E^{2+} \rightarrow E^{4+} \rightarrow E^{7+}$$

Știind că elementul, E, are 13 e^- în stratul 3, precizează configurația electronică a speciilor chimice implicate în proces și locul ocupat de element în sistemul periodic. Arată câte un exemplu de compus pentru fiecare treaptă de oxidare a elementului E.

30. Numărul atomic, Z, al unui element X este mai mic cu șase unități decât al unui element, Y, al cărui ion Y^- este izoelectronic cu atomul gazului rar din perioada a 5-a.

a) Identifică elementele X și Y.
b) Reprezintă configurația electronică a acestora.
c) Precizează blocurile de elemente din care fac parte X și Y
d) Scrie formulele chimice ale oxizilor celor două elemente în treapta maximă de oxidare și compară caracterul lor acido-bazic.

31. Se dau șase elemente consecutive din sistemul periodic: A, B, C, D, E și F. Știind că elementul B formează ionul B^{3+}, cu configurația electronică $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$, precizează:

a) cele șase elemente;
b) valența față de hidrogen a elementelor;
c) variația razei atomice pentru cele șase elemente;
d) elementele care pot forma ioni cu configurația argonului.

32. Se dau patru elemente consecutive din sistemul periodic: X, Y, T și U. Știind că trei dintre acestea formează ioni izoelectronici cu Ar, iar ionul X^+ are configurația electronică $ls^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$, determină:

a) cele patru elemente;
b) blocurile de elemente din care fac parte;
c) elementele care prezintă electroni necuplați.

33. Un element chimic X are Z mai mic decât 29. Știind că are 2 electroni necuplați, identifică elementele care pot corespunde acestei configurații. Știind că elementul X se află în aceeași perioadă cu Cl ($Z = 17$) și în aceeași grupă cu Sn ($Z = 50$), determină poziția lui în sistemul periodic.

34. Stabilește numărul atomic al elementelor care pot forma ioni cu următoarea configurație electronică: $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 4d^{10}$.

35. Unul dintre izotopii elementului platină este $^{195}_{78}Pt$, fiind cel mai răspândit (33,86%). Determină:

a) configuraţia electronică şi poziţia lui în sistemul periodic;

b) masa nucleului atomic.

36. Care dintre următorii ioni au configuraţie de gaz rar:

a) Ge^{4+}, S^{2-}, N^{3-}, V^{5+};

b) Si^{4+}, Cl^{-}, Cr^{3+}, Co^{2+};

c) Ag^{+}, Zn^{2+}, P^{3-}, Bi^{3+}?

Aranjează-i în ordinea creşterii razei ionice.

Rezolvări

1. a) $_{49}In$
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^1$
1 electron necuplat;

b) $_{26}Fe$
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
$6e^-$ de tip *d*;

c) $_{38}Sr$
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$
$10e^-$ de tip *s*;

d) $_{52}Te$
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^4$
$22e^-$ de tip *p*;

2. a) $_{26}Fe$
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$;

b) $_{31}Ga$ $[_{18}Ar]\ 3d^{10} 4s^2 4p^1$ $\quad$ $_{32}Ge$ $[_{18}Ar]\ 3d^{10} 4s^2 4p^2$
$_{33}As$ $[_{18}Ar]\ 3d^{10} 4s^2 4p^3$ $\quad$ $_{34}Se$ $[_{18}Ar]\ 3d^{10} 4s^2 4p^4$ $\quad$ $_{35}Br$ $[_{18}Ar]\ 3d^{10} 4s^2 p^5$

c) $1s^2 2s^2 2p^5$, deci $Z = 9$ şi este F;

d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$, deci $Z = 27$ şi este Co;

e) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$, deci $Z = 24$ şi este Cr.

3. Elementul are configuraţia: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, deci are $Z = 15$ şi este P.

1 atom P..... conţine 15 electroni

x atomi..... $9{,}0225 \cdot 10^{17}$ electroni

$x = 6{,}015 \cdot 10^{16}$ atomi P.

$6{,}022 \cdot 10^{23}$ atomi P.....cântăresc 31 g

$6{,}015 \cdot 10^{16}$ atomi P.....*m*

$m = 30{,}964 \cdot 10^{-7}$ g $= 3{,}0964 \cdot 10^{-3}$ mg.

4. $\xrightarrow{\text{creşte energia de ionizare}}$
Rb, Na, Sn, Ge, S, P, I, Xe, Ar

5. $\xrightarrow[\text{N, C, Si, Cu, Al, Na, Ar, Kr}]{\text{crește raza atomică}}$

6. Grupa 2: $\xrightarrow[\text{scade energia de ionizare, o dată cu creșterea razei atomice}]{\text{Be, Mg, Ca, Sr, Ba}}$

Perioada a 3-a: $\xrightarrow[\text{crește energia de ionizare, o dată cu scăderea razei atomice}]{\text{Na, Al, Mg, Si, S, P, Cl}}$

Aluminiul are E_i primară mai mică decât cea a magneziului deoarece va ceda un electron din substratul $3p$, ceea ce înseamnă un consum de energie mai mic decât în cazul magneziului care va ceda un electron cuplat din substratul $3s$. La fel are loc o inversiune între S și P.

Cel mai electropozitiv element este Ba, iar cel mai electronegativ element este Cl.

7. Energia de ionizare a sodiului pentru cel de-al doilea electron este chiar mai mare decât energia de ionizare pentru cel de-al doilea electron în cazul Ne, deoarece în cazul sodiului, electronul ar trebui să fie smuls dintr-un ion cu configurația stabilă (Na^+ izoelectronic cu Ne), pe când, în cazul neonului, cel de-al doilea electron este smuls tot dintr-un ion pozitiv, dar cu o configurație nestabilă. În schimb, smulgerea primului electron al sodiului necesită o energie mică, deoarece se ajunge la o configurație stabilă, mai stabilă decât în cazul ionului Mg^+. E_{i_2} pentru magneziu este mai mare decât E_{i_1} pentru magneziu, dar mult mai mică decât E_{i_2} pentru Na.

8. $m_a = \frac{99,76}{100}\cdot 16 + \frac{0,2}{100}\cdot 18 + \frac{0,04}{100}\cdot 17$; $m_a = 16,0044$ u.a.m.

9. $m_a = 237,978$ u.a.m.

10. a) $^{63}_{29}Cu$ are $29p^+$ și $34n^\circ$; $^{65}_{29}Cu$ are $29p^+$ și $36n^\circ$;

b) Cu: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$; Cu^+: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$;
Cu^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$;

c) 69,42 % $^{63}_{29}Cu$ și 30,58 % $^{65}_{29}Cu$.

11. a) $m_a = 65,5423$ u.a.m.

b) $6,022\cdot 10^{23}$ atomi Zn (1 mol).....cântăresc 65,5423 g
$1,08061\cdot 10^{24}$ atomi.....m
$m = 117,61$ g Zn.

c) Zincul are pe ultimul strat 2 electroni, deci numărul total de electroni de pe ultimul strat dintr-un mol de atomi de zinc este $2\cdot 6,022\cdot 10^{23} = 1,2044\cdot 10^{24}$ electroni.

12. 89,97 % $^{20}_{10}Ne$; x % $^{21}_{10}Ne$; $(10,03 - x)$ % $^{22}_{10}Ne$.

Abundența izotopilor este: 89,97 % $^{20}_{10}Ne$; 0,76 % $^{21}_{10}Ne$; 9,27 % $^{22}_{10}Ne$.

13. Ionul X^{2+} are $24e^-$, deci X are $26e^-$ şi este Fe:

$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2 \qquad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

$m = 167{,}559$ g Fe.

14. ${}^{40}_{20}Ca : \dfrac{40-20}{20} = 1 < 1{,}5$, deci ${}^{40}_{20}Ca$ nu are radioactivitate naturală;

${}^{127}_{53}I : \dfrac{127-53}{53} = 1{,}396 < 1{,}5$, deci ${}^{127}_{53}I$ nu are radioactivitate naturală;

${}^{204}_{81}Tl : \dfrac{204-81}{81} = 1{,}518 > 1{,}5$, deci ${}^{204}_{81}Tl$ are radioactivitate naturală;

${}^{197}_{79}Au : \dfrac{197-79}{79} = 1{,}493 < 1{,}5$, deci ${}^{197}_{79}Au$ nu are radioactivitate naturală;

${}^{237}_{93}Np : \dfrac{237-93}{93} = 1{,}548 > 1.5$, deci ${}^{237}_{93}Np$ are radioactivitate naturală;

$Tl \longrightarrow Tl^+ + 1e^-$

$[_{54}Xe]\ 4f^{14}5d^{10}6s^26p^1 \qquad [_{54}Xe]\ 4f^{14}5d^{10}6s^2$

$Tl \longrightarrow Tl^{3+} + 3e^-$

$[_{54}Xe]\ 4f^{14}5d^{10}6s^26p^1 \qquad [_{54}Xe]\ 4f^{14}5d^{10}$

$Np \longrightarrow Np^{3+} + 3e^-$

$[_{86}Rn]\ 5f^{14}6d^17s^2 \qquad [_{86}Rn]5f^{14}$

15. a) Nivelul 5 conţine substraturile 5*s*, 5*p*, 5*d*, 5*f* cu un număr total de orbitali egal cu 16, iar numărul maxim de electroni este 32.

b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10}$.

$Pd \longrightarrow Pd^{2+} + 2e^-$

$[_{36}Kr]4d^{10} \qquad [_{36}Kr]4d^8$

16. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ este configuraţie de gaz rar $[_{36}Kr]$

$Rb \longrightarrow Rb^+ + 1e^-$ $\qquad$ $Br + 1e^- \longrightarrow Br^-$

$[_{36}Kr]5s^1 \qquad [_{36}Kr]$ $\qquad$ $[_{18}Ar]3d^{10}4s^24p^5 \qquad [_{36}Kr]$

$Sr \longrightarrow Sr^{2+} + 2e^-$ $\qquad$ $Se + 2e^- \longrightarrow Se^{2-}$

$[_{36}Kr]5s^2 \qquad [_{36}Kr]$ $\qquad$ $[_{18}Ar]3d^{10}4s^24p^4 \qquad [_{36}Kr]$

$Y \longrightarrow Y^{3+} + 3e^-$ $\qquad$ $As + 3e^- \longrightarrow As^{3-}$

$[_{36}Kr]4d^15s^2 \qquad [_{36}Kr]$ $\qquad$ $[_{18}Ar]3d^{10}4s^24p^3 \qquad [_{36}Kr]$

$Zr \longrightarrow Zr^{4+} + 4e^-$

$[_{36}Kr]4d^25s^2 \qquad [_{36}Kr]$

$$Nb \longrightarrow Nb^{5+} + 5e^-$$

$[_{36}Kr]4d^4 5s^1 \qquad [_{36}Kr]$

17. Zn^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$; Sn^{2+}: $[_{36}Kr]4d^{10}5s^2$; Br^-: $[_{36}Kr]$; Cu^+: $[_{18}Ar]3d^{10}$; Ba^{2+}: $[_{54}Xe]$; S^{2-}: $[_{18}Ar]$; Cr^{3+}: $[_{18}Ar]3d^3$; Co^{2+}: $[_{18}Ar]4s^2 3d^5$.

18. Ni
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$;
Rb
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$
Fe^{3+}
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$
Na^+
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$
Ge^{4+}
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$
Cr^{3+}
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$
configurație de gaz rar $[_{10}Ne]$
Ti^{4+}
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
Mn^{2+}
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$
Ga^{3+}
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$
configurație de gaz rar $[_{18}Ar]$

19. $_{50}Sn$
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^2$.
Face parte din blocul *p*, este metal și poate forma ioni Sn^{2+} și Sn^{4+}.

20. a) $^{32}_{16}S, ^{33}_{16}S, ^{34}_{16}S, ^{36}_{16}S$.

b) $m_a = 32{,}0925$ u.a.m.

c) $m = 48{,}1387 \cdot 10^5$ g $= 4{,}81387 \cdot 10^6$ g.

d) S
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
blocul *p*
perioada a 3-a
grupa 16

e) $S + 2e^- \longrightarrow S^{2-}$
$[_{18}Ar]$

f) $r_{S^{2-}} > r_S$

21. a) perioada a 5-a, grupa 13;

b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$, perioada a 4-a, grupa 11;

c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$, deci $Z = 28$, perioada a 4-a, grupa 10.

22. a) $\xrightarrow[\text{crește } r.a.]{\text{S, Br, Sr, K}}$

b) K are energia de ionizare cea mai mică, deoarece prin cedarea electronului de pe stratul 4 devine ion K^+, având configurația de Ar.

c) Sunt izoelectronici Sr^{2+} și Br^-, deoarece au configurații de 36 de electroni $[_{36}Kr]$. Sunt izoelectronici K^+ și S^{2-} deoarece au configurații de 18 electroni $[_{18}Ar]$.

23. $^{24}_{12}Mg$, $^{25}_{12}Mg$, $^{26}_{12}Mg$

a) $m_a = 24{,}3202$ u.a.m.

b) $N = 4{,}16 \cdot 10^{20}$ atomi Mg.

c) Mg — blocul *s*
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ — perioada a 3-a
grupa 2

d) $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$
$1s^2 2s^2 2p^6$ configuraţie $[_{10}Ne]$

e) $r_{Mg^{2+}} < r_{Mg}$

24. a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$, $Z = 33$ — grupa 15, perioada a 4-a;

b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10}$ — grupa 10, perioada a 5-a;

c) $X + 2e^- \longrightarrow X^{2-}$, deci X are $16e^-$ şi este S

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ $[_{18}Ar]$

grupa 16, perioada a 3-a.

25. a) $\xrightarrow[\text{creşte } r.a.]{\text{Cl, Al, I, Ca}}$

b) Afinitatea pentru electroni cea mai mare o are clorul, deoarece acceptă un electron pe stratul al 3-lea, faţă de iod la care atracţia nucleului scade, o dată cu creşterea razei atomice.

c) Formează ioni izoelectronici Ca^{2+} şi Cl^-.

26. $X \longrightarrow \underset{[_{10}Ne]}{X^{3+}} + 3e^-$, deci $_{13}X = Al$

$Y + 2e^- \longrightarrow \underset{[_{10}Ne]}{Y^{2-}}$, deci $_8Y = O$

$_{13}Al$ — $_8O$
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ — $1s^2 2s^2 2p^4$
$2Al^{3+} 3O^{2-}$, deci Al_2O_3.

27. a) $m_a = 6{,}022 \cdot 10^{23} \cdot 5{,}312 \cdot 10^{-23} = 31{,}98$ u.a.m.;

b) elementul, care are masa atomică relativă 31,98 u.a.m. este sulful;

c) blocul *p*;

d) prezintă – 2, + 4, + 6 ca stări de oxidare
$\overset{-2}{}\ \overset{+4}{}\ \overset{+6}{}\qquad \overset{-2}{}\ \overset{+4}{}\ \overset{+6}{}$
(exemple: H_2S; SO_2; SO_3; Na_2S; Na_2SO_3; Na_2SO_4 etc).

28. a) Izotopul X – $26n^\circ$; $20p^+$; $20e^-$, deci $Z = 20$ şi este Ca;
Izotopul Y – $28n^\circ$; $18p^+$; $18e$, deci $Z = 18$ şi este Ar;

b) $_{20}Ca$ $(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2)$, $_{18}Ar$ $(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6)$;

c) blocul *s*, respectiv, blocul *p*;

d) Ca^{2+}; Ar nu formează ioni, având configurație completă de octet.

29. E grupa 7
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ perioada a 4-a
este Mn

$$Mn \xrightarrow{-2e^-} Mn^{2+} \xrightarrow{-2e^-} Mn^{4+} \xrightarrow{-3e^-} Mn^{7+}$$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

+2	+2	+2	+2
$MnCl_2$;	MnO;	$Mn(NO_3)_2$;	$Mn(OH)_2$;
clorură de mangan (II)	oxid de mangan (II)	azotat de mangan (II)	hidroxid de mangan (II)
+2	+4	+4	+4
$K_4[Mn(CN)_6]$;	MnF_4	MnO_2;	$Mn(SO_4)_2$;
hexacianomanganat (II) de potasiu	tetrafluorura (IV) de mangan	dioxid de mangan	disulfat de mangan
+7	+7		
$KMnO_4$;	Mn_2O_7;		
permanganat de potasiu	heptaoxid de mangan		

30. a) $\begin{cases} X + 6 = Y \\ Y + 1 = 54 \end{cases} \Rightarrow {}_{53}Y;\ {}_{47}X,$ deci ${}_{53}I$ şi ${}_{47}Ag$;

b) ${}_{53}I$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$;
${}_{47}Ag$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^1$;

c) I – blocul *p*; Ag – blocul *d*;

d) $Ag_2O + 2HCl \rightarrow 2AgCl + H_2O$
caracter bazic

$I_2O_5 + 2NaOH \rightarrow 2NaIO_3 + H_2O$
caracter acid

31. a) Dacă B^{3+} are configurația $1s^2 2s^2 2p^6$, rezultă că B are $Z = 13$ şi este Al.
A = Mg B = Al C-Si D = P E = S F = Cl

b)

+2	+3	–4	–3	–2	–1
MgH_2	AlH_3	SiH_4	PH_3	H_2S	HCl

c) $\xrightarrow[\text{creşte } r.a.]{\text{Cl, S, P, Si, Al, Mg}}$

d) Si^{4-}; P^{3-}; S^{2-},Cl^- sunt ioni izoelectronici cu Ar.

32. a) $X \longrightarrow X^+ + 1e^-$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

$[{}_{18}Ar]$

Rezultă că X are $Z = 19$, deci este K; X = ${}_{19}K$; Y = ${}_{20}Ca$; T = ${}_{21}Sc$; U = ${}_{22}Ti$

b) K; Ca → blocul *s*; Sc; Ti → blocul *d*;

c) K $\Rightarrow$ $1e^-$ necuplat; $[_{18}Ar]\ 4s^1$ Sc $\Rightarrow$ $1e^-$ necuplat $[_{18}Ar]\ 3d^1 4s^2$ Ti $\Rightarrow$ $2e^-$ necuplaţi; $[Ar]\ 3d^2 4s^2$

33. Elementele care corespund enunţului:

$_6C$: $1s^2 2s^2 2p^2$ $_8O$: $1s^2 2s^2 2p^4$

$_{14}Si$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ $_{16}S$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

$_{22}Ti$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ $_{28}Ni$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

Dacă elementul X se află în aceeaşi perioadă cu Cl, rezultă că X are 3 straturi, iar prin eliminare rămân Si şi S. Dar X se află în grupa 14, ca şi Sn ($[_{36}Kr]\ 4d^{10} 5s^2 5p^2$), deci este Si.

34. $_{47}Ag \longrightarrow Ag^+ + 1e^-$ $_{48}Cd \longrightarrow Cd^{2+} + 2e^-$ $_{49}In \longrightarrow In^{3+} + 3e^-$

$_{50}Sn \longrightarrow Sn^{4+} + 4e^-$ $_{51}Sb \longrightarrow Sb^{5+} + 5e^-$

35. a) $^{195}_{78}Pt$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6\ 5d^9 6s^1$; grupa 10, perioada a 6-a;

b) $m_{\text{nucleu Pt}} = 3{,}2641 \cdot 10^{-25}$ kg.

36. a) Ge^{4+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$;

S^{2-}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ – configuraţie de gaz rar $[_{18}Ar]$;

N^{3-}: $1s^2 2s^2 2p^6$ – configuraţie de gaz rar $[_{10}Ne]$;

V^{5+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ – configuraţie de gaz rar $[_{18}Ar]$;

$$\xrightarrow[\text{creşte } r.i.]{V^{5+}: Ge^{4+}, N^{3-}, S^{2-}}$$

b) Si^{4-}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ – configuraţie $[_{18}Ar]$;

Cl^-: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ – configuraţie $[_{18}Ar]$;

Cr^{3+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$;

Co^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$;

$$\xrightarrow[\text{creşte } r.i.]{Si^{4+}, Cr^{3+}, Co^{2+}, Cl^-}$$

c) $$\xrightarrow[\text{creşte } r.i.]{Zn^{2+}, P^{3-}, Ag^+, Bi^{3+}}$$

Capitolul 2.

LEGĂTURI CHIMICE. FORŢE INTERMOLECULARE

Breviar

Interacţiunile dintre atomi, ioni şi molecule se pot clasifica în interacţiuni de natură chimică şi interacţiuni de natură fizică (intermoleculare).

1. ***Interacţiunile de natură chimică*** sunt:

a. *Legăturile, ionice*, care apar între ioni de sarcini contrare:

Na^+Cl^-, $Ca^{2+}2Cl^-$, $Ca^{2+}O^{2-}$, Na^+HO^-, $NH_4^+Cl^-$, $[Ag(NH_3)_2]^+HO^-$, $Cu^{2+}(SO_4)^{2-}$, $K^+(NO_3)^-$.

Substanţele ionice sunt solide cu *p.t.*. şi *p.f.* ridicate; majoritatea sunt solubile în apă (electroliţi).

b. *Legăturile covalente*, care apar între atomi nemetalici (în general) prin suprapunerea orbitalilor monoelectronici ai stratului de valenţă şi formarea orbitalilor moleculari.

Legăturile covalente pot fi:

- legături covalente nepolare ⇒ molecule nepolare:
  - H_2, F_2, Cl_2 (legături simple σ);
  - O_2, N_2 (legături multiple – duble, σ + π sau triple, σ + 2π);
- legături covalente polare ⇒ molecule polare:
  - HCl, NH_3, H_2O, CH_3—OH (legături simple σ);
  - CH_2=O; HC≡N (legături multiple – duble, σ + π sau triple, σ + 2 π);
- legături covalente polare ⇒ molecule nepolare (simetrice):
  - CH_4, CCl_4, CS_2, CO_2.
- legături covalent-coordinative ⇒ ioni sau molecule:
  - H_3O^+, NH_4^+, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, $[HgI_4]^{2-}$.
  - $HClO_4$, HNO_3, H_2SO_4, H_2SO_3.

Rețea cristalină	Particulele din nodurile rețelei	Natura legăturilor dintre particule	Proprietăți fizice comune	Exemple
Ionică	Ioni de sarcini contrare (ioni + și –)	Legături ionice	– substanțe solide – *p.t.* și *p.f.* ridicate – solubile în apă (majoritatea) – devin electroliți în soluție – sau topitură	KCl, NaCl, KNO_3, $CaSO_4$, K_2O, MgO, NaOH, $CaCO_3$, $[Ag(NH_3)_2]OH$, $Na_2[Zn(OH)_4]$, $K_2[PtCl_6]$
Atomică (sau covalentă)	Atomi nemetalici, dar și atomi metalici legați covalent de atomi nemetalici	Legătură covalentă	– *p.t.* și *p.f.* mari – duritate mare – insolubile în apă	C (diamant, grafit, fulerene) B, Si, fosfor negru, blendă (ZnS) würtzită (ZnS), BeS, CdS, HgS, ZnO, SiC, AlN.
Metalică	Atomi metalici	Legătură metalică	– structură compactă – maleabile – ductile – opace – bune conducătoare de căldură și curent electric (conductori de speța I)	Mg, Zn – rețea hexagonală compactă Al, Ag, Au – rețea cubică compactă Na, Li, K, Ba – rețea cubică centrată intern
Moleculară	Molecule polare ce conțin H legat de N, O sau F	Legături de hidrogen	– *p.t.* și *p.f.* ridicate comparativ cu celelalte cristale moleculare	NH_3, H_2O, HF, R—OH (alcooli), R—COOH (acizi carboxilici), HNO_3, H_2SO_4
	Molecule polare	Legături van der Waals Forțe de orientare (Keesom)	– *p.t.* și *p.f.* mici – solubilitate în apă	HCl, HBr, HI, H_2S, H_2Se
	Molecule nepolare sau atomi ai gazelor rare	Legături van der Waals Forțe de dispersie (London)	– *p.t.* și *p.f* mici – insolubile în apă sau foarte puțin solubile	F_2, Cl_2, Br_2, I_2, O_2, N_2, CCl_4, CS_2, CH_4, CO_2, He, Ne, Ar. H_2

Observație:

În general, în substanțele anorganice coexistă legături covalente alături de legături ionice (în combinațiile binare ionice există numai legături ionice).

Când anionul este poliatomic, legăturile dintre atomi sunt covalente (în general, polare și coordinative).

c. *Legăturile metalice,* apar între atomi metalici: Na, K, Ca, Fe, Zn, Al, Pb etc. (toate metalele).

2. ***Interacțiunile de natură fizică*** mai slabe decât interacțiile chimice sunt:

a. *Interacțiunile van der Waals* – sunt de trei tipuri:
   - forțe de dispersie (London), care apar în cazul gazelor monoatomice (He, Ne, Ar etc.) și al moleculelor nepolare (H_2, N_2, F_2, CH_4 etc.);
   - forțe de inducție (Debye), care apar în cazul moleculelor nepolare în prezența moleculelor polare;
   - forțe de orientare (Keesom), care apar între molecule polare (interacții dipol-dipol), dar și între ioni și molecule polare (interacții ion-dipol).

b. *Legăturile de hidrogen,* ce apar la moleculele polare care conțin H legat de atomi de N, O sau F.

În stare solidă, majoritatea substanțelor formează rețele cristaline (cu excepția substanțelor amorfe), care, în funcție de natura și tipul legăturii ce se exercită între particulele aflate în nodurile rețelei, pot fi de patru tipuri (vezi tabelul alăturat).

Probleme

1. Grupează câte două speciile izoelectronice și izostere (cu număr egal de electroni de valență) și compară perechile alese din punctul de vedere al proprietăților lor:

$$N_2,\ NO_2^+,\ COS,\ CO,\ CO_2,\ HCN,\ ClCN.$$

2. Se dau electronegativitățile relative ale următorilor atomi:

O	Br	P	Ca	H	Cs	F
3,5	2,8	2,1	1,0	2,1	0,7	4

Conform teoriei lui Pauling, diferența de electronegativitate dintre cesiu și fluor din combinația CsF corespunde unui compus ionic 100%. Calculează procentajul caracterului ionic al legăturilor dintre atomii considerați.

3. Se dau următoarele substanțe: sodiu, magneziu, fosfor, sulf, clor, argon.

a) Ce tipuri de rețele cristaline formează și ce legături chimice există între particule?

b) Care sunt formulele și caracterul acido-bazic al hidrurilor acestor elemente?

c) Care este cea mai polară hidrură?

4. Reprezintă structurile următoarelor specii (diagrame Lewis):

a) H_2O, NH_3, NH_2OH;

b) NH_4^+, HNO_3, NO_3^-, N_2O_4;

c) PCl_3, $POCl$, H_3PO_4, PO_4^{3-};

d) $SOCl_2$, SO_2Cl_2, H_2SO_4, H_2SO_3, SO_4^{2-};

e) $HClO$, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$.

5. Sulfura unui metal care conține 41,02% sulf se tratează cu HCl. Ionul metalic are configurație de neon. Identifică sulfura metalului. Indică tipurile de legături și rețelele reactanților și ale produșilor de reacție.

6. Un element al cărui atom are configurația $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ este supus următoarelor transformări:

$$X \xrightarrow[-SO_2,\ -H_2O]{+H_2SO_4} A \xrightarrow[-Na_2SO_4]{+NaOH} B \xrightarrow{+NH_3} C$$

Se cere:

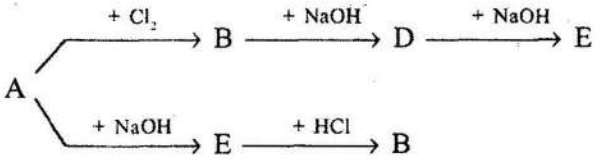
a) determină elementul X;

b) scrie ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare transformărilor date;

c) precizează grupa și perioada elementului X fără a utiliza tabelul periodic;

d) indică natura legăturilor și a tipurilor de rețea din substanțele implicate în aceste reacții.

7. O substanță A ai cărei atomi au configurația $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ este supusă următoarelor transformări:



Se cere:

a) scrie ecuațiile chimice ale reacțiilor;

b) precizează caracterul chimic al substanțelor B și D;

c) reprezintă tipurile de legături din compușii D și E;

d) precizează tipurile de rețele cristaline ale compușilor B, D și E.

8. Se dă șirul transformărilor:

$$\boldsymbol{a} + O_2 \rightarrow \boldsymbol{b} + \boldsymbol{c}$$

$$\boldsymbol{b} + X \rightarrow Y + \boldsymbol{d}$$

$$\boldsymbol{c} + Ca(OH)_2 \rightarrow \boldsymbol{e} + H_2O$$

Știind că X^{3+} este izoelectronic cu Ne, Y^{3+} are 13 e^- pe stratul 3, ***e*** conține 33,33% Ca, 26,66% S și 40% O, iar ***a*** este un compus binar în care raportul de masă al elementelor

este 7 : 8, să se determine substanțele notate cu litere. Ce fel de legături chimice sunt în compușii ***a, b, c, d*** și ce caracter chimic au?

9. O substanță X conține 19,17% Na, 1,7% H, 25,80% P și 53,33% O. Se cere:
a) să determini formula substanței și reprezintă structura acesteia indicând și tipurile de legături chimice;
b) să precizezi pe baza structurii substanței X, principalele proprietăți fizice ale acesteia.

10. Elementele X și Y formează ionii X^+ și Y^{2-} izoelectronici cu Ne. Se cere:
a) să stabilești configurațiile electronice ale elementelor X și Y;
b) să precizezi natura legăturii și proprietățile substanțelor posibile cu formula generală X_nY_m, determinate de tipul de rețea formată.

11. Carbonatul neutru al unui metal se încălzește, rezultând o substanță neagră care conține 20,125% O. Știind că ionul metalic din cele două combinații este izoelectronic cu atomul de cobalt, identifică metalul și cele două substanțe. Stabilește tipurile de legături din carbonat și produșii de reacție.

12. Oxiacidul clorului, care conține 30,47% O, este izoelectronic cu un element chimic ce formează o clorură cu 65,54% Cl. Identifică substanțele și indică tipurile de legături din compuși.

13. Oxidul gazos care conține 69,56% O este izoelectronic cu ionul metalic al unei sări care reacționează cu ferocianura de potasiu, reacție în urma căreia rezultă complexul albastru de Berlin. Identifică metalul și oxidul. Precizează rețelele de cristalizare ale compușilor.

14. Trei hidruri cu masele moleculare 20, 18 și, respectiv, 17 conțin 5%, 11,11%, respectiv, 17,65% hidrogen.
a) Identifică hidrurile.
b) Modelează formarea moleculelor prin diagrame Lewis.
c) Aranjează hidrurile în ordinea creșterii punctelor de fierbere. Justifică.

15. Dimerul unei hidruri are masa moleculară 40 (din determinări ebulioscopice).
a) Determină formula hidrurii.
b) Explică formarea dimerului.
c) Aranjează, în ordinea creșterii *p.f.*, toate hidrurile elementelor care se găsesc în aceeași grupă cu elementul hidrurii date.

16. Se dau elementele $_5B$, $_7N$, $_{11}Na$ și $_{17}Cl$.
a) Determină formulele moleculare și structurale ale hidrurilor acestor elemente.
b) Indică natura legăturilor chimice dintre atomii acestor elemente și hidrogen în combinațiile lor?
c) Ce fel de interacțiuni pot exista între hidrurile acestor elemente?
d) Scrie formulele hidroxocombinațiilor acestor elemente în treapta maximă de oxidare.
e) Ce caracter acido-bazic au oxihidrogenocombinațiile?

17. Se dau fluorurile elementelor din perioada a 3-a și punctele lor de topire:

NaF	MgF_2	AlF_3	SiF_4	PF_5	SF_6
+980°C	+1265°C	+1290°C	–77°C	–83°C	–65°C

Explică, pe baza structurii, diferențele dintre valorile punctelor de topire.

18. Aranjează substanțele în ordinea creșterii punctelor de topire:
a) KCl, HBr, HF, I_2;
b) NaI, H_2, HBr, H_2O, O_2, HI.
Justifică ordinea creșterii punctelor de topire.

19. Arată care dintre următoarele substanțe: NaCl, Na, HCl sunt bune conducătoare de electricitate și în ce condiții.

20. Trasează grafic dependența punctelor de fierbere de numărul atomic al elementului care formează hidrura:
a) CH_4, SiH_4, GeH_4;
b) NH_3, PH_3, AsH_3;
c) H_2O, H_2S, H_2Se;
d) HF, HCl, HBr.

21. Se dau substanțele: H_2O, NaCl, I_2, N_2, Br_2, CaF_2, Cl_2 și SiO_2. Considerând că toate aceste substanțe se află în stare solidă, determină:
a) tipul de legătură chimică ce se stabilește în cazul fiecăreia;
b) tipul de rețea cristalină;
c) ordinea substanțelor în funcție de punctul de topire;
d) explicarea solubilității CaF_2, comparativ cu SiO_2.
e) substanța care, în soluție apoasă, conduce curentul electric.

22. Stabilește natura legăturilor chimice din următoarele substanțe: $CH_2{=}CH_2$, $PtCl_4$, $K_2[PtCl_6]$, $[Cu(NH_3)_2]Cl$; $CaBr_2$, $CH_3{-}C{\equiv}N$, N_2O_5.

Rezolvări

1. $\cdot\ddot{N}{\equiv}\ddot{N}\cdot$; $:\ddot{O}{=}\overset{+}{N}{=}\ddot{O}:^-$; $:\ddot{S}{=}C{=}\ddot{O}:$; $:C{=}\ddot{O}: \leftrightarrow :\bar{C}{\equiv}\overset{+}{O}:$

14e- (a); $22e^-$ (b); $30e^-$ (c); $14e^-$ (d); (d)

$:\ddot{O}{=}C{=}\ddot{O}:$; $H{-}C{\equiv}N:$; $:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}{-}C{\equiv}N:$

22e⁻ (e); $14e^-$ (f); 30e⁻ (g)

(a), (d) și (f) – izoelectronice; (b) și (e) – izoelectronice; (b), (c), (e), (f) și (g) – izostere.

2. $X_F - X_{Cs} = 3{,}3$ eV.

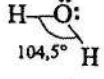
Legătura	Diferența de electro-negativitate (eV)	% de ionicitate	Legătura	Diferența de electro-negativitate (eV)	% de ionicitate
O—Br	3,5-2,8 = 0,7	$\frac{0,7}{3,3} \times 100 = 21,21$	Cs—Br	2,8 – 0,7 = 2,1	63,63
O—P	3,5 – 2,1 = 1,4	42,42	Br—F	4 – 2,8 = 1,2	36,36
Ca—O	3,5 – 1,0 = 2,5	75,75	Ca—P	2,1 – 1,0 = 1,1	33,33
H—O	3,5 – 2,1 = 1,4	42,42	P—H	2,1 -2,1 = 0	O (leg. P—H este covalentă %)
Cs—O	3,5 – 0,7 = 2,8	84,84	Cs—P	2,1 – 0,7 = 1,4	42,42
F—O	4 – 3,5 = 0,5	15,15	P—F	4-2,1 = 1,9	57,57
Br—P	2,8 – 2,1 = 0,7	21,21	Ca—H	2,1 – 1,0= 1,1	33,33
Ca—Br	2,8 – 1,0 = 1,8	54,54	Ca—F	4 – 1,0 = 3	90,9
H—Br	2,8 – 2,1 = 0,7	21,21	Cs—H	2,1 – 0,7 = 1,4	42,42
			H—F	4-2,1 = 1,9	57,57

3. a) Na, Mg → rețele metalice, legături metalice;
P_4, S_8, Cl_2, Ar → rețele moleculare; între molecule se manifestă legături fizice de tip London (forțe dispersie).
Moleculele de P_4, S_8, Cl_2 sunt formate din atomi între care s-au format legături chimice (legături covalente).

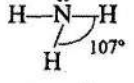
b) NaH, MgH_2 – hidruri ionice; PH_3 – hidrură covalentă, caracter slab bazic; H_2S, HCl – hidruri covalente caracter acid.

c) NaH – cea mai polară hidrură.

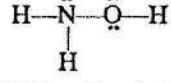
4. a)



apă

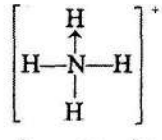


amoniac

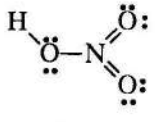


hidroxilamină

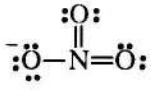
b)



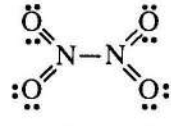
ion amoniu



acid azotic

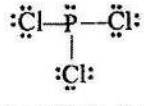


ion azotat

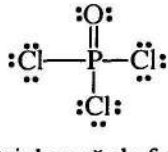


tetraoxid de diazot

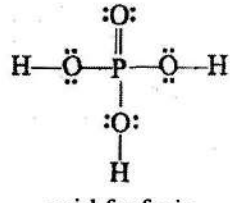
c)



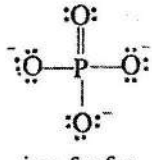
triclorură de fosfor



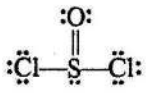
oxitriclorură de fosfor

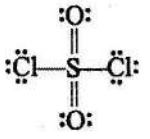


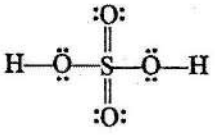
acid fosforic

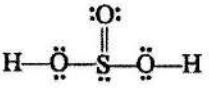


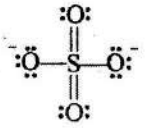
ion fosfat

d)  clorură de tionil

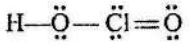
 clorură de sulfuril

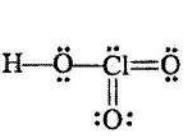
 acid sulfuric

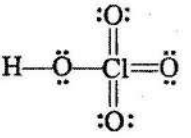
 acid sulfuros

 ion sulfat

e) acid hipocloros

 acid cloros

 acid cloric

 acid percloric

5. M_2S_n $\quad 41{,}2 = \dfrac{32n}{2M + n \cdot 32} \cdot 100 \Rightarrow M = 23\ n;$

dacă $n = 1$, M = Na, deci Na_2S: $\quad Na_2S + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2S$

Na_2S, NaCl cristalizează în rețea ionică (legături ionice);

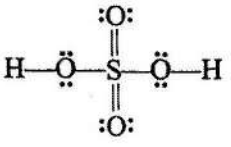
HCl, H_2S – molecule (legături covalente); rețea moleculară; în condiții normale sunt gaze.

6. b) $Cu \xrightarrow{+H_2SO_4} CuSO_4 \xrightarrow{+NaOH} Cu(OH)_2 \xrightarrow{+NH_3} [Cu(NH_3)_4](OH)_2$

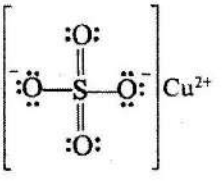
c) grupa 11, perioada a 4-a;

d) Cu – rețea metalică; H_2SO_4, NH_3 – rețele moleculare;

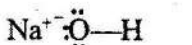
e) $CuSO_4$, NaOH, $Cu(OH)_2$, $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ – rețele ionice.



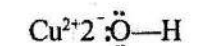
legături covalente polare
legături covalent-coordinative



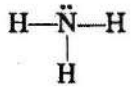
legături covalente polare
legături covalent-coordinative
legătură ionică



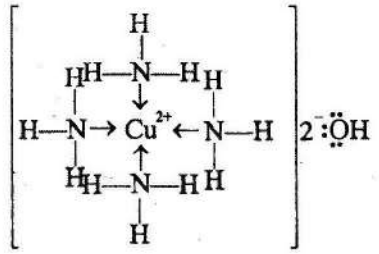
legătură covalentă polară
legătură ionică



legătură covalentă polară
legătură ionică



legături covalente polare



legături covalente polare (în NH_3 şi HO^-)
legături covalent-coordinative
legături ionice

7. $Zn + Cl_2 \rightarrow \underset{B}{ZnCl_2} \xrightarrow[-2NaCl]{+2NaOH} \underset{D}{Zn(OH)_2} \xrightarrow{+2NaOH} \underset{E}{Na_2[Zn(OH)_4]}$

$Zn \xrightarrow[+2H_2O]{+2NaOH} \underset{E}{Na_2[Zn(OH)_4]} \xrightarrow{+4HCl} \underset{B}{ZnCl_2} + 2NaCl + 4H_2O$

b) B este o sare a acidului clorhidric.

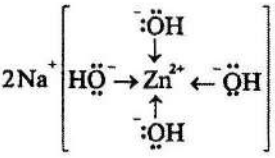
c) D este un hidroxid care are caracter amfoter:

d) $Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$

$Zn(OH)_2 + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + 2H_2O$

e) Zn^{2+} $:\ddot{O}—H$ legături ionice; legături covalente polare

d) $ZnCl_2$, $Zn(OH)_2$, $Na_2[Zn(OH)_4]$ reţele ionice.



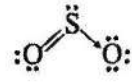
legături covalente polare (O—H)
legături covalent-coordinative
legături ionice

8. $e \rightarrow Ca : S : O = \frac{33,33}{40} : \frac{26,66}{32} : \frac{40}{16}$; $e \rightarrow CaSO_4$;

$Y^{3+} \longleftarrow Y$, deci Y este Fe; iar X este Al.

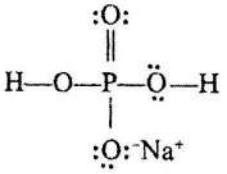
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

$a \rightarrow FeS_2$, $b \rightarrow Fe_2O_3$, $c \rightarrow SO_2$, $d \rightarrow Al_2O_3$

SO_2 compus molecular: 

Fe_2O_3 – oxid bazic, Al_2O_3 – oxid amfoter, SO_2 – oxid acid;

9. a) $Na : H : P : O = \frac{19,17}{23} : \frac{1,7}{1} : \frac{25,8}{31} : \frac{53,33}{16}$; NaH_2PO_4

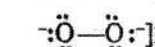


legături covalente polare
legătură covalent-coordinativă
legătură ionică (compus ionic)

10. a) X = Na, Y = O

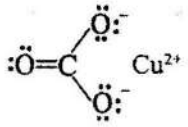
b) Na_2O oxid de sodiu

$2Na^+O^{2-}$ legături ionice, Na_2O_2 peroxid de sodiu



legături covalente
legături ionice

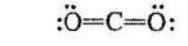
11. $CuCO_3 \xrightarrow{t^\circ} CuO + CO_2$



legături covalente
legături ionice

$Cu^{2+}O^{2-}$

legătură parțial ionică



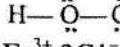
legături covalente
(moleculă nepolară)

12. $HClO_n$: $30{,}47 = \dfrac{16n}{36{,}5+16n}\cdot 100$; $n = 1$;

HClO, acid hipocloros (conține 26 electroni).

Elementul chimic este Fe.

$FeCl_n$; $\dfrac{35{,}5n}{56+35{,}5n}\cdot 100 = 65{,}54$; $n = 3$; $FeCl_3$;



legături covalente polare

$Fe^{3+}\ 3Cl^-$ legături ionice

13. $3K_4[Fe(CN)_6] + 4FeCl_3 \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl$

ionul metalic este Fe^{3+} și are 23 de electroni.

E_2O_n; $69{,}57 = \dfrac{16n}{2A_E+16n}\cdot 100 \Rightarrow A_E = 3{,}5n$

$n = 2 \Rightarrow A_E = 7$ (Li) imposibil;

$n = 4 \Rightarrow A_E = 14$ (N); N_2O_4, însă nu este izoelectronic cu $Fe^{3+} \Rightarrow NO_2$

$K_4[Fe(CN)_6]$, $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$; $FeCl_3$, KCl – rețele ionice;

NO_2 – rețea moleculară.

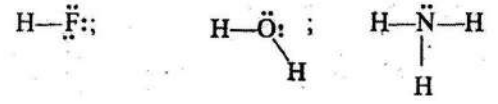
14. a) H_xX, H_yY, H_zZ

$5 = \dfrac{x}{20}\cdot 100 \Rightarrow x = 1$, iar X = 20 – 1 = 19; X → F;

$11{,}11 = \frac{y}{18} \cdot 100 \Rightarrow y = 2$, iar $Y = 18 - 2 = 16$; $Y \rightarrow O$;

$17{,}65 = \frac{z}{17} \cdot 100 \Rightarrow Z = 3$, iar $Z = 17 - 3 = 14$; $Z \rightarrow N$.

Cele trei hidruri sunt: HF, H_2O, NH_3.

b) 

c) $\ddot{N}H_3$ $H\ddot{\underset{\cdot\cdot}{F}}:$ $H_2\ddot{O}:$

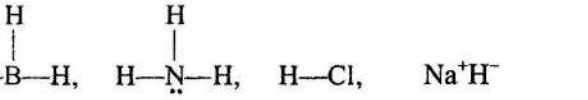
$-33{,}35°C$ $+19{,}5°C$ $+100°C$

Aceste hidruri se asociază prin legături de hidrogen. În cazul apei, legăturile de hidrogen sunt mai puternice şi mai numeroase decât în cazul celorlalte hidruri.

15. a) $M_{monomer} = \frac{40}{2} = 20$ g/mol $\Rightarrow$ HF.

b) Moleculele HF sunt asociate prin punţi de hidrogen. Asociaţiile moleculare, $(HF)_n$, au $n = 2 - 6$ şi există indiferent de starea de agregare a HF.

c) HCl < HBr < HI< HF

16. a) 

combinaţii covalente combinaţie ionică

c) $\ddot{N}H_3 + BH_3 \longrightarrow H_3\overset{+}{N} \rightarrow \overset{-}{B}H_3$

borazan

$BH_3 + NaH \longrightarrow Na[BH_4]$

tetrahidruroborat de sodiu

$BH_3 + HCl \longrightarrow BH_2Cl + H_2$

monocloroboran

$NH_3 + NaH \rightarrow NaNH_2 + H_2$

amidură de sodiu

$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$

clorură de amoniu

$NaH + HCl \rightarrow NaCl + H_2$

clorură de sodiu

d)

$\overset{+3}{H_3BO_3}$	$H\overset{+5}{N}O_3$	$\overset{+1}{Na}OH$	$H\overset{+7}{Cl}O_4$
↓	↓	↓	↓
acid boric	acid azotic	hidroxid de sodiu	acid percloric
caracter slab acid	acid tare	bază tare	acid tare

17. Diferența mare dintre primii trei și ultimii trei termeni indică o deosebire de structură fundamentală: în timp ce fluorurile de Na, Mg și Al formează rețele ionice, fluorurile de Si, P și S sunt formate din molecule care sunt cristalizate în rețele moleculare, iar moleculele sunt „unite" prin legături fizice de tip van der Waals (forțe de dispersie London).

18. a) HBr, HF, I_2, KCl;
b) H_2, O_2, HBr, HI, H_2O, NaI.

19. Na în stare solidă (conductor de speța I – electronic); NaCl în soluție apoasă sau topitură (conductor de speța a II-a – ionic); HCl în soluție apoasă (conductor de speța a II-a).

20. a)

CH_4	SiH_4	GeH_4
– 161,6°C	– 111,4°C	–90°C

b)

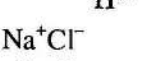
NH_3	PH_3	AsH_3
– 33°C	– .87,7°C	–62°C

c)

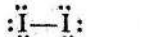
H_2O	H_2S	H_2Se
+ 100°C	– 60,3°C	–41,5°C

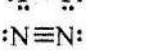
d)

HF	HCl	HBr
+ 19,6°C	– 83,7°C	– 6,7°C

21.  2 legături covalente simple σ (polare);

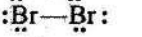
Na^+Cl^- legătură ionică;

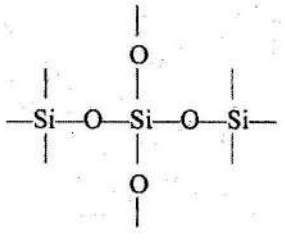
 o legătură covalentă simplă σ (nepolară);

 o legătură covalentă triplă (σ + 2π) (nepolară);

 o legătură covalentă simplă σ (nepolară);

$Ca^{2+}2F^-$ legătură ionică;

 o legătură covalentă simplă σ (nepolară).

 legături covalente σ (polare)

b) H_2O, I_2, N_2, Br_2, Cl_2 – rețele moleculare; NaCl, CaF_2 – rețele ionice; SiO_2 – substanță amorfă.

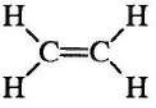
c)

N_2	Cl_2	Br_2	H_2O	I_2	NaCl	CaF_2
–210°C	–103°C	–7,2°	0°C	+ 113,5° C	+ 801°C	+ 1403°C

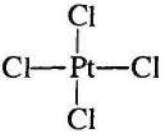
d) CaF_2 este o substanță ionică solubilă în apă; SiO_2 este o substanță amorfă.

e) H_2O pură nu conduce curentul electric; NaCl, CaF_2 disociază în apă și ionii conduc curentul electric; Cl_2, Br_2, I_2 au conductibilitate extrem de redusă în soluție apoasă, datorită solubilității mici în apă. (I_2 mai solubil în soluție diluată de KI, datorită formării ionilor I_3^-)

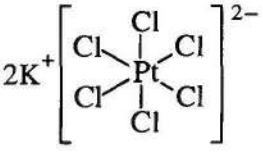
2.2.



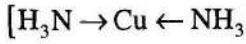
legături covalente nepolare σ_{C-H}, σ_{C-C}, π_{C-C}



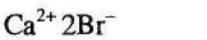
legături covalente polare



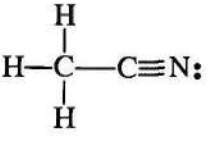
legături covalent-coordinative
legături ionice



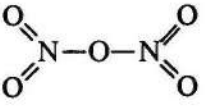
legături covalent coordinative
legătură ionică



legături ionice



legături covalente nepolare σ_{C-C}, σ_{C-H}
și legături covalente polare σ_{C-N}, σ_{C-N}



legături covalente polare σ_{N-O}
și legături covalent-coordinative

Capitolul

3. LEGILE GAZULUI IDEAL

Breviar

Starea gazoasă se caracterizează prin:

– tendință foarte redusă de aglomerare a particulelor;

– distanțe intermoleculare foarte mari;

– forțe de coeziune foarte reduse (neglijabile);

– energie cinetică foarte mare (crește o dată cu creșterea temperaturii);

– tendință de mișcare foarte mare a particulelor, având drept consecință fenomenul de difuzie.

Particulele constituente (atomi sau molecule) se ciocnesc, exercitând o presiune p $\left(p = \frac{F}{S} \right)$.

La nivel macroscopic, gazele nu au formă și volum propriu, sunt comprimabile și se amestecă în orice proporții cu alte gaze (excluzând reacția chimică).

Parametrii care caracterizează gazele sunt:

– presiunea, P, exprimată în atm, mm Hg, torri, Pa, N/m^2:

$$1 \text{ atm} = 1{,}01325 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 760 \text{ mm Hg} = 1{,}01325 \cdot 10^5 \text{ Pa};$$

– volumul, V, exprimat în dm^3 (L), cm^3 (mL), m^3:

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L} = 10^6 \text{ mL};$$

– temperatura absolută, T, exprimata în Kelvin (K):

$$T = t + 273,$$

unde t este temperatura în grade Celsius.

Legile gazului ideal

Gazul ideal este un model matematic care consideră gazul format din particule punctiforme între care se exercită ciocniri elastice, iar forţele de coeziune sunt nule. Gazul real poate fi aproximat unui gaz ideal, dacă presiunea nu este foarte ridicată (de ordinul a câteva atmosfere).

Legile gazului ideal exprimă relaţiile dintre parametrii de stare, pentru două stări: starea iniţială (1) şi starea finală (2):

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}, \text{ dacă } m = \text{ct};$$

$T_1 = T_2 = \text{ct}$; $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ (legea Boyle-Mariotte);

$p_1 = p_2 = \text{ct}$; $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (legea Gay-Lussac);

$V_1 = V_2 = \text{ct}$; $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ (legea Charles);

Pentru $p_1 = 1$ atm, $V_1 = 22{,}4$ L, $T_1 = 273$ K

$$\Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = R,$$

unde R este constanta Reignault: $R = 0{,}082$ atm-dm^3/mol-K;
$R = 62\,400$ mm Hg·cm^3/K·mol;
$R = 8{,}31 \cdot 10^3$ J/kmol·K;
$R = 1{,}987$ cal/mol·K.

Relaţia $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$ devine:

$$\left.\begin{aligned} p \cdot V &= n \cdot RT \\ p \cdot V &= \frac{m}{M} \cdot RT \end{aligned}\right\} \text{ ecuaţia de stare a gazului ideal}$$

Legea lui Avogadro

În condiţii normale, un mol de gaz, indiferent de natura acestuia, ocupă un volum de 22,4 L şi conţine $6{,}022 \cdot 10^{23}$ particule (N_A)

Cantitatea de substanţă care conţine $6{,}022 \cdot 10^{23}$ particule se numeşte mol, iar 22,4 L este volumul molar (V_M).

Densitatea gazelor

Se exprimă cu relaţiile:

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ sau } \rho = \frac{M}{V_M},$$

unde ρ este densitatea absolută;

$$d = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2},$$

unde d este densitatea relativă;

$$d_{r\ aer} = \frac{M}{\overline{M}_{aer}}, \text{ iar } \overline{M}_{aer} = 28{,}9 \text{ g/mol}.$$

Amestecuri de gaze

Legea lui Dalton:

$$P = p_1 + p_2 + \ldots + p_n,$$

unde $p_1, p_2, \ldots, p_n$ sunt presiunile parțiale ale gazelor din amestec.

$$p_1 = x_1 \cdot P,$$

unde P este presiunea amestecului gazos; x_1 – fracția molară.

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + \ldots + n_n},$$

unde n_1 reprezintă numărul de moli de gaz 1, n_2 este numărul de moli de gaz 2 etc.;

$$\overline{M} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2 + \ldots + x_n \cdot M_n,$$

unde $\overline{M}$ este masa moleculară medie;

$$\bar{\rho} = \frac{\overline{M}}{V_M},$$

unde $\bar{\rho}$ este densitatea medie a amestecului.

Probleme

1. Pentru sinteza amoniacului s-au folosit 1,12 dm^3 azot măsurați la 0°C și 2 atm. Determină:

a) volumul de hidrogen necesar reacției, măsurat la 27°C și 1 atm;

b) numărul de molecule de amoniac rezultate din reacție.

2. Calculează câți litri de clor, la 30°C și 850 mmHg, se obțin din 200 g clorură de sodiu, prin tratare cu acid sulfuric și dioxid de mangan.

3. 10 g gaz triatomic la 2 atm și 78°C ocupă un volum specific de 0,3 m^3/kg. Determină:

a) formula chimică a gazului;

b) densitatea gazului în condițiile date.

4. Prin acțiunea unei soluții de acid clorhidric concentrat asupra unei probe de aliaj Zn-Cu (alamă), se degajă 4,48 L gaz (c.n.). Știind că aceeași cantitate de probă supusă acțiunii acidului sulfuric concentrat degajă 6,72 L gaz (c.n.), determină:

a) masa probei de aliaj luată în lucru;
b) compoziția procentuală a aliajului.

5. Densitatea unui gaz X în raport cu aerul este 2,456. Determină:

a) masa moleculară a gazului X;
b) volumul ocupat de 3 moli de gaz la 27°C și 2 atm;
c) masa de gaz necesară pentru a reacționa stoechiometric cu 78 g potasiu.

6. Într-un recipient vidat, cu volumul de 500 cm^3, se introduc 3,4 g amoniac gazos. Determină:

a) presiunea exercitată de amoniacul din recipient la temperatura de 27°C;
b) concentrația procentuală a soluției de amoniac, dacă acesta se dizolvă în 100 mL apă distilată.

7. Într-o butelie se află 12,8 g metan și 8,5 g amoniac la temperatura de 22°C. Amestecul gazos exercită o presiune de 3,494 atm. Determină:

a) masa moleculară medie a amestecului gazos;
b) volumul buteliei în care se află amestecul gazos;
c) densitatea relativă a amestecului gazos în raport cu aerul;
d) presiunile parțiale ale celor două gaze.

8. Într-o butelie se găsesc 6,4 g O_2, 0,1 moli N_2, $1{,}2044 \cdot 10^{23}$ molecule de metan și o cantitate x de heliu, la temperatura de 5°C. Presiunea exercitată de amestecul gazos este de 350 mmHg, iar presiunea parțială a heliului este 100 mm Hg. Determină:

a) cantitatea de heliu din recipient;
b) volumul recipientului.

9. Într-o butelie cu piston se află dioxid de carbon la temperatura de 17°C și presiunea de 1 atm. Temperatura gazului din butelie crește la 162°C, astfel încât și volumul buteliei crește cu 20%. Calculează:

a) presiunea finală în butelie;
b) presiunea gazului la 0°C, dacă volumul scade cu 0,333 față de volumul inițial.

10. Densitatea unui amestec gazos de HF și NO este 1,4 g/L la 127°C și 1,64 atm. Calculează:

a) densitatea relativă a amestecului gazos în raport cu aerul;
b) compoziția procentuală masică și volumetrică a amestecului.

11. Într-o butelie se găsesc 1,75 moli amestec gazos format din mase egale de metan, oxigen și dioxid de sulf. Amestecul gazos exercită presiunea de 3990 mm Hg la 27°C. Calculează:

a) presiunile parțiale ale gazelor;
b) masa fiecărui gaz din amestec;
c) volumul buteliei.

12. Un recipient de 4,92 L conține azot, la 27°C și 2 atm. Azotul se trece într-un alt recipient cu volumul de 20 L în care se află oxigen. Presiunea devine 1,968 atm, la aceeași temperatură. Determină:

a) presiunea exercitată de oxigen înainte de introducerea azotului;
b) masa de oxigen;
c) masa moleculară medie a amestecului gazos.

13. Un compus gazos A are compoziția 85,7% C și 14,3% H în procente de masă. Mase egale de gaz A și CH_4 exercită o presiune de 1450 mm Hg. Presiunea parțială exercitată de CH_4 este 1050 mm Hg. Determină:

a) formula moleculară a compusului A;
b) masa moleculară medie a amestecului gazos.

14. Un gaz A cu masa de 3,643 g la temperatura de 107°C și presiunea de 4,5 atm ocupă un volum de 1,25 dm^3.

a) Identifică gazul, știind că este monoatomic și calculează masa lui moleculară.
b) Calculează densitatea gazului din recipient.
c) Determină presiunea gazului, dacă se încălzește la temperatura de 2000°C.

15. Un amestec gazos este format din 5 moli O_2, 5,6 L N_2, 6,4 g SO_2, 39,6 g CO_2 și 2,8 L CO. Calculează:

a) masa moleculară medie a amestecului;
b) densitatea relativă în raport cu aerul și în raport cu hidrogenul;
c) densitatea amestecului gazos la temperatura de 25°C și presiunea de 1 atm;
d) volumul ocupat de amestecul de gaze în condițiile enunțate.

16. Un amestec de două gaze monoatomice, A și B, în raport molar 1:3, are densitatea relativă în raport cu hidrogenul egală cu 47,875, iar diferența dintre masele lor moleculare este 47.

a) Identifică cele două gaze A și B.
b) Calculează presiunea exercitată de amestecul gazos, dacă acesta se află într-un cilindru cu capacitatea de 20 L, la temperatura de 25°C, masa amestecului fiind 3,875 kg.
c) Ce masă de gaz ar trebui evacuată pentru ca presiunea din recipient să scadă până la 30 atm?

17. Într-un cilindru de oțel cu volumul de 10 dm^3 se află oxigen la presiunea de 120 atm și, temperatura de 23°C. O parte din oxigen se consumă pentru sudură, astfel încât presiunea scade la 100 atm, temperatura fiind de 26°C. Calculează:

a) masa de oxigen consumată;
b) densitatea inițială și finală a oxigenului;
c) volumul cantității de oxigen din butelie, măsurat în condiții normale.

18. Care este masa aerului la temperatura de 12°C și presiunea de 758 mm Hg într-o cameră cu suprafața de 18 m^2 și înălțimea 3,2 m? Cum se modifică presiunea dacă aerul din cameră se încălzește la $t = 22°C$?

19. Într-un recipient vidat se introduce un amestec de SO_2 şi H_2 în raport molar 1:3. Presiunea din recipient este de 4 atm, la $t = 5°C$. Se deschide robinetul şi se scot 300 L amestec gazos (c.n.), presiunea gazului rămas în recipient devenind 1 atm. Determină:

a) volumul recipientului;
b) densitatea amestecului gazos final şi densitatea relativă în raport cu aerul;
c) masa amestecului gazos rămas în recipient.

20. Diferenţa dintre densităţile unei substanţe gazoase cu structură nepolară A, măsurate la 3 atm şi 27°C şi, respectiv, în condiţii normale, este 3,4 g/L.
Soluţia apoasă a acestui compus are caracter slab acid. Determină:

a) compusul A;
b) substanţele din schema:

$$A + Na_2O_2 \rightarrow B + O_2$$

$$A + NH_3 \overset{+H_2O}{\rightleftharpoons} D.$$

21. Densitatea relativă faţă de aer a unui amestec gazos, format din CO_2 şi un oxid al azotului, nu depinde de compoziţia amestecului. Calculează:

a) compoziţia elementală a amestecului de masă $m = 13,2$ g, dacă raportul molar CO_2 : oxid de azot = 2:1;
b) puritatea sării de amoniu supusă descompunerii, pentru a obţine oxidul azotului din amestec, dacă masa de sare este 10 g.

22. 11,6 g amestec format din două gaze A şi B care se găsesc în raport molar 1:2, se introduc într-un balon vidat cu capacitatea de 2,24 L. Presiunea amestecului de gaze la 0°C este de 3 atm. Ştiind că raportul maselor celor două gaze din amestec este 0,318, determină:

a) masele moleculare ale gazelor;
b) cele două gaze, ştiind că sunt compuşi binari ce conţin oxigen;
c) masa soluţiei de $Ca(OH)_2$ 5%, necesară pentru a absorbi unul dintre cele două gaze din amestec.

23. Într-un ozonizator cu volumul de 1,5 m^3 se află oxigen la $t = 30°C$ şi $p = 6$ atm. După ozonizare, temperatura este 577°C şi presiunea 16,158 atm. Determină:

a) randamentul ozonizării;
b) fracţiile molare ale celor două gaze;
c) presiunea din ozonizator după reacţie, dacă temperatura scade la 5°C.

24. Într-un ozonizator se află aer (20% O_2, 80% N_2 în procente volumetrice) care. se ozonizează astfel încât se obţine un amestec gazos cu 4% ozon. Calculează:

a) compoziţia amestecului gazos după ozonizare;
b) variaţia presiunii iniţiale, în funcţie de presiunea finală din ozonizator.

25. Într-un vas cu volumul de 5 L se introduce un amestec de HCl şi O_2 în raport molar 3:1. Echilibrul reacţiei se stabileşte după ce 25% din HCl a reacţionat cu oxigenul. Determină:

a) variaţia presiunii din vas, la 5°C;

b) compoziția amestecului gazos, la echilibru, în procente molare;
c) compoziția amestecului gazos, la echilibru, în procente masice.

26. Un amestec format din CO_2 și NH_3 are, la 27°C și 1 atm, $\rho = 0{,}9655$ g/L. Calculează:
a) masa de uree ($(NH_2)_2CO$) obținută, la un randament de 80% față de CO_2, dacă volumul amestecului gazos este 4480 m^3 (c.n.);
b) raportul molar $CO_2 : NH_3$, la sfârșitul reacției;
c) masa de soluție de Ca(OH), 25%, care reține volumul de dioxid de carbon nereacționat;
d) volumul soluției de HCl 36% care neutralizează amoniacul nereacționat ($p = 1{,}183$ g/cm^3).

27. Într-un flacon cu volumul de 50 cm^3 se află aer cu compoziția în procente de volum: 20,45% O_2, 78,8% N_2, 0,75% CO_2, la temperatura de 22°C și presiunea de 768 mm Hg. Calculează:
a) masa aerului din flacon;
b) presiunile parțiale exercitate de gaze;
c) presiunea aerului, dacă flaconul se încălzește la 100°C.

28. Un gaz, X, cu densitatea relativă în raport cu aerul egală cu 0,969 este amestecat cu alt gaz, Y, care are densitatea relativă în raport cu aerul egală cu 1,107. Volumul recipientului în care se amestecă cele două gaze este 7,5 L, iar masa amestecului este 276 g. La temperatura de 27°C, presiunea amestecului este 29,52 atm. Amestecul gazos se aprinde, obținându-se un gaz cu masa moleculară 44. Presiunea devine 24,6 atm, la temperatura de 27°C. Determină:
a) raportul molar în care se găsesc cele două gaze X și Y;
b) masa moleculară medie a amestecului gazos inițial, respectiv, a amestecului gazos final;
c) care va fi masa amestecului gazos după ce a avut loc aprinderea, dacă se deschide robinetul pentru ca presiunea să devină 1 atm la temperatura de 27°C;
d) căldura degajată la arderea gazului X, din recipient, știind că pentru arderea a 2 moli se eliberează 283 kJ.

29. Se dă ecuația reacției $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$. Știind că la temperatura de 60°C și presiunea 1 atm, gradul de disociere, α, este 49%, pentru 100 moli, calculează:
a) valoarea lui α la $t = 60$°C și $p = 1{,}1$ atm, la volum constant;
b) presiunea la care gradul de disociere ajunge la 90%;
c) presiunea la care echilibrul este total deplasat spre dreapta, la temperatura de 20°C.

30. Într-un balon vidat cu masa de 157 g și volumul 100 cm^3 se introduce hipoazotită (NO_2). Balonul cântărește după umplere 180 g. Calculează:
a) presiunea exercitată de hipoazotită la temperatura de 27°C;

b) presiunea exercitată de amestecul gazos la temperatura de – 5°C, dacă balonul a fost introdus într-un vas cu gheață și gradul de conversie al hipoazotidei în dimerul său este 40%;
c) masa moleculară medie a amestecului gazos.

31. La electroliza unei cantități de apă acidulată se obțin 15 cm^3 (c.n.) amestec de hidrogen oxigen. Calculează:
a) compoziția în procente masice a amestecului de gaze obținut;
b) masa moleculară medie a amestecului gazos;
c) densitatea amestecului gazos;
d) volumul pe care l-ar ocupa amestecul gazos la $t = 127°C$.

32. Densitatea unui amestec gazos cu masa 80,5 g, format din SO_2, H_2S și CO_2 aflat în raport mol 1 : 5 : 2, la temperatura de 247°C, este 1,765 g/dm^3. Calculează:
a) presiunea exercitată de amestecul de gaze;
b) numărul total de molecule din care este format amestecul gazos;
c) masa soluției de acetat de plumb 15% necesară reținerii hidrogenului sulfurat din amestec;
d) densitatea amestecului gazos rămas în rezervor, după reținerea H_2S la temperatura de 20°C și $p = 1$ atm.

33. Într-un cuptor cu dimensiunile 40 cm × 80 cm × 100 cm se ard 12 kg cărbune cu 32% steril. Arderea se face în aer, rezultând un amestec de gaze cu compoziția 15,07% CO_2, 8,22% CO și 76,71% N_2 (în volume). Calculează:
a) masa moleculară medie a amestecului gazos rezultat;
b) presiunea gazelor din cuptor la sfârșitul combustiei, la temperatura de 1000°C;
c) presiunea gazelor din cuptor, dacă are loc o răcire bruscă la O°C.

34. Într-un recipient de 12 L se introduc 7 L CO, măsurați la presiunea de 3 atm și 27°C și 5 L H_2 la presiunea de 5 atm și 27°C. Calculează:
a) presiunea amestecului gazos la 27°C;
b) presiunile parțiale ale celor două gaze;
c) masa moleculară medie a amestecului gazos;
d) presiunea amestecului, la o conversie de 20% față de CO, la temperatura de 350°C, știind că se obține metanol;
e) fracția molară a metanolului.

35. În două rezervoare de volume egale se introduc, separat, în raport de masă 1:2, două substanți gazoase X și Y, la aceeași temperatură. Știind că raportul presiunilor din cele două rezervoare este 1 și că, dacă cele două gaze se amestecă, masa moleculară medie este 24, calculează:
a) masele moleculare ale celor două gaze;
b) identifică cele două gaze, dacă X este o substanță binară cu 10 electroni în moleculă, iar Y, o substanță diatomică;
c) masa molară medie a amestecului gazos după aprindere, la $t = 50°C$, știind că masa amestecului este 10 g.

36. Într-o butelie cu capacitatea de 10 L s-a stocat o cantitate de 1,54 kg dintr-o substanță gazoasă binară a cărei densitate în raport cu aerul este 1,5225. Determină:
a) substanța și masa moleculară a ei, știind că reacționează cu apa și formează un acid;
b) presiunea, gazului din recipient la temperatura camerei (t = 27°C);
c) densitatea substanței în condiții normale și în condițiile problemei;
d) presiunea gazului, dacă se consumă 0,02 kmoli de substanță din butelie;
e) temperatura la care trebuie să se încălzească gazul rămas în cilindru pentru a ajunge la presiunea, inițială.

37. 92,4 L amestec de CO și CO_2 are densitatea în raport cu oxigenul egală cu 1. Amestecul gazos este ars, iar volumul de aer utilizat este 207,2 L. Calculează:
a) compoziția în procente molare a amestecului de oxizi ai carbonului;
b) compoziția în procente molare a amestecului gazos, după ardere;
c) masa soluției de $Ca(OH)_2$ de concentrație 20%, necesară absorbției dioxidului de carbon din amestecul gazos final (cu formare de sare neutră);
d) masa de cărbune, care conține 92% carbon, necesară obținerii cantității de dioxid de carbon din amestecul final.

38. 246,4 L amestec de gaze (c.n.) format din CO, SO_2 și H_2 se află în raport molar 2:4:5. Amestecul gazos se arde cu 125 moli de aer, apoi se răcește la 0°C. Calculează:
a) compoziția procentuală a amestecului gazos inițial;
b) compoziția procentuală a amestecului gazos final;
c) masa moleculară medie a amestecului gazos final (c.n.);
d) densitatea medie a amestecului gazos final;
e) densitatea medie a amestecului gazos final, după barbotarea acestuia într-o soluție de NaOH.

39. 5 moli de N_2 reacționează cu 8 moli H_2, cu o conversie de 10% în raport cu azotul. Calculează:
a) compoziția în procente de volum a amestecului gazos după ce a avut loc reacția și masa moleculară medie;
b) concentrația procentuală a soluției de amoniac, dacă hidrogenul neconsumat este aprins și amoniacul este dizolvat în apa formată;
c) volumul de soluție de HCl 32% (ρ = 1,163 g /cm^3), necesar pentru reținerea amoniacului obținut.

40. Un amestec de două gaze izomasice A și B se află în raport molar 3:1. Gazul A arde în aer cu flacără albastră, formând un gaz, C, care este cules într-un vas cu 30 cm^3 soluție de $Ca(OH)_2$ 2*M*. În urma reacției se obține un precipitat alb. Gazul B nu reacționează cu oxigenul și este o substanță diatomică. Știind că amestecul gazos se găsește într-un recipient cu volumul de 390 cm^3, Calculează:
a) compoziția procentuală molară a amestecului gazos;
b) cantitățile de gaze A și B;
c) presiunea amestecului gazos în recipient, la temperatura de 25°C;
d) densitatea amestecului gazos în condițiile date.

41. Se consideră două baloane care comunică între ele printr-un robinet. În balonul A se află 160 g oxigen, iar în balonul B, 112 g azot. Ambele baloane au volume de 500 cm^3. Calculează:

a) presiunea exercitată de cele două gaze în baloane, la temperatura de 20°C;
b) presiunea amestecului gazos după deschiderea robinetului şi presiunile parţiale exercitate de oxigen şi azot;
c) valoarea la care scade presiunea amestecului gazos, dacă se consumă o parte din acesta pentru arderea a 15 g cărbune ce conţine 80% carbon;
d) masa de soluţie 8% NaOH necesară pentru absorbţia dioxidului de carbon, ştiind că se formează sare neutră.

42. Pentru sterilizarea apei potabile se barbotează 44,8 L clor (c.n.) la fiecare 100 kg apă. Considerând că tot volumul de clor a fost absorbit în apă, determină:

a) concentraţia procentuală a apei sterilizate;
b) masa de clorură de sodiu de puritate 80% supusă electrolizei pentru a obţine clorul necesar sterilizării a 1000 tone de apă.

43. Într-o atmosferă de clor se ard 5 moli de hidrogen, rezultând n moli substanţă X. Jumătate din cantitatea de substanţă X se utilizează în reacţia cu zincul, iar cealaltă jumătate în reacţia cu azotatul de argint. Determină:

a) masele produşilor rezultaţi din reacţiile substanţei X cu Zn şi $AgNO_3$;
b) volumul de hidrogen (c.n.) utilizat în prima reacţie;
c) volumul de hidrogen (c.n.) recuperat din a doua reacţie.

Rezolvări

1. a) $\frac{p \cdot V}{T} = \frac{p \cdot V_0}{T_0} \Rightarrow \frac{1{,}12\ dm^3 \cdot 2\ atm}{273\ K} = \frac{1\ atm\ V}{273\ K}$

$V = 2{,}24\ dm^3 \Rightarrow n_{H_2} = 0{,}1$ moli;

N_2	+	$3H_2$	$\rightleftharpoons$	$2NH_3$	
1 mol		3 moli		2 moli	$x = 0{,}3$ moli H_2
0,1 moli		x		y	$V_{H_2} = 6{,}72\ L = V_0$

$V_0 = 7{,}38\ dm^3\ H_2$; $n_{NH_3} = 12{,}044 \cdot 10^{22}$ molecule NH_3

2. $4NaCl + 2H_2SO_4 \rightarrow 4HCl + 2Na_2SO_4$
$4HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$

$4NaCl + 2H_2SO_4 + MnO_2 \rightarrow 2Na_2SO_4 + MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

$n_{NaCl} = 3{,}42$ moli; $V_{Cl_2} = 19{,}145$ L (c.n.)

$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p \cdot V}{T}$; $\frac{1\ atm \cdot 19{,}14\ L \cdot 303\ K}{273\ K \cdot 1{,}1118\ atm} = 19\ L$

3. 1000 g ..... 300 L
10 g ..... $V \Rightarrow V = 3$ L

a) $M_{X_3} = \dfrac{10\text{ g} \cdot 0{,}082 \dfrac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 351\text{ K}}{2\text{ atm} \cdot 3\text{ L}} = 48$ g/mol;

$M_{X_3} = 48$ g/mol $\rightarrow m_a = \dfrac{48}{3} = 16$, deci $X_3 = O_3$;

b) $\rho = \dfrac{pM}{RT} \Rightarrow \rho = 3{,}33$ g/L

4. a) $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

$n_{H_2} = 0{,}2$ moli; $m_{Zn} = 13$ g Zn;

$\underset{0{,}2\text{ moli}}{Zn} + 2H_2SO_4 \rightarrow ZnCl_2 + \underset{0{,}2\text{ moli}}{H_2}$

$\underset{x\text{ moli}}{Cu} + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + \underset{x\text{ moli}}{SO_2} + 2H_2O$

$n_{gaz} = 0{,}3$ moli $\Rightarrow x = 0{,}1$ moli; $m_{Cu} = 6{,}35$ g; $m_{aliaj} = 19{,}35$ g;

b) % Cu = 32,8%; % Zn = 67,19%.

5. a) $d_{r\ aer} = \dfrac{M_X}{M_{aer}}$; $M_X = 2{,}456 \cdot 28{,}9 = 71$ g/mol; $X = Cl_2$;

b) $V = 36{,}9$ dm^3;

c) $2K + Cl_2 \rightarrow 2KCl$

$n_K = 2$ moli K $\Rightarrow$ 1 mol Cl_2; $m_{Cl_2} = 71$ g.

6. a) $p = \dfrac{3{,}4\text{ g} \cdot 0{,}082 \dfrac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300\text{ K}}{17\text{ g/mol} \cdot 0{,}5\text{ dm}^3} = 9{,}84$ atm;

b) $m_{apă} = \rho \cdot V$; $m_{apă} = 1\text{ g/cm}^3 \cdot 100\text{ cm}^3 = 100$ g;

$c\% = \dfrac{m_d}{m_d + m_{apă}} \cdot 100 \Rightarrow c\% = \dfrac{3{,}4}{3{,}4 + 100} \cdot 100 = 3{,}29\%$.

7. a) $n_{CH_4} = 0{,}8$ moli CH_4; $n_{NH_3} = 0{,}5$ moli NH_3;

$\overline{M} = \dfrac{0{,}8}{1{,}3} \cdot 16 + \dfrac{0{,}5}{1{,}3} \cdot 17 = 16{,}384$ g/mol;

b) $V = \dfrac{21{,}3\text{ g} \cdot 0{,}082 \dfrac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 295\text{ K}}{3{,}494\text{ atm} \cdot 16{,}384\text{ g/mol}} = 9\text{ dm}^3$;

c) $d_{r\ aer} = \dfrac{\overline{M}}{M_{aer}} \Rightarrow d_{r\ aer} = \dfrac{16{,}384}{28{,}9} = 0{,}567;$

d) $p_{CH_4} = 2{,}15$ atm; $p_{NH_3} = 1{,}344$ atm.

8. a) $n_{O_2} = 0{,}2$ moli O_2; $n_{CH_4} = 0{,}2$ moli CH_4;

$n_{gaze} = 0{,}2$ moli $O_2 + 0{,}2$ moli $CH_4 + 0{,}1$ moli $N_2 + x$ moli He;

$n_{gaze} = (0{,}5 + x)$ moli;

$$p_{He} = \frac{x}{0{,}5 + x} \cdot P_{am} \Rightarrow 100 = \frac{x}{0{,}5 + x} \cdot 350;\ x = 0{,}2 \text{ moli He};$$

b) $V = 34{,}65\ dm^3$.

9. a) $\dfrac{p_1}{1{,}2 \cdot p_2} = \dfrac{T_1}{T_2} \Rightarrow \dfrac{1\text{ atm} \cdot 435\text{ K}}{1{,}2 \cdot 290\text{ K}} = 1{,}25$ atm;

b) $p_1 \cdot V = n \cdot R \cdot T_1$, $p_2 \cdot 0{,}667 \cdot V = n \cdot R \cdot T_2 \Rightarrow p_2 = \dfrac{1\text{ atm} \cdot 273\text{ K}}{0{,}667 \cdot 290\text{ K}} = 1{,}41$ atm.

10. a) $\overline{M} = \dfrac{14\frac{g}{L} \cdot 0{,}082\frac{atm \cdot L}{mol \cdot K} \cdot 400\text{ K}}{1{,}64\text{ atm}} = 28$ g/mol; $\quad d_{r\ aer} = \dfrac{28}{28{,}9} = 0{,}9688;$

b) în 100 moli amestec gazos sunt x moli HF şi $(100 - x)$ moli NO.

$$\overline{M} = \frac{x}{100} \cdot 20 + \frac{100 - x}{100} \cdot 30 \Rightarrow \left.\begin{matrix} 20\%\text{ HF} \\ 80\%\text{ NO} \end{matrix}\right\} \text{ în procente de volum.}$$

Atenţie! În cazul amestecurilor de gaze, procentele molare sunt egale cu procentele volumetrice. Raportul molar în care se găsesc cele două gaze este 1:4 (HF : NO).

$$\left.\begin{matrix} \%\text{ HF} = 14{,}28\% \\ \%\text{ NO} = 85{,}72\% \end{matrix}\right\} \text{ în procente de masă}$$

11. a) $m_{CH_4} = m_{O_2} = m_{SO_2}$; $x \cdot 16 = y \cdot 32 = z \cdot 64 \Rightarrow x - 2y = 4z$.

Cele trei gaze din amestec se află în raport molar 4 : 2 : 1.

Amestecul gazos este format din 1 mol CH_4, 0,5 moli O_2 şi 0,25 moli SO_2 $\Rightarrow$ Total: 1,75 moli;

$p_{CH_4} = 2280$ mm Hg; $p_{O_2} = 1140$ mm Hg; $p_{SO_2} = 570$ mm Hg;

b) $m_{CH_4} = m_{O_2} = m_{SO_2} = 16$ g;

c) $V = 8{,}2\ dm^3$;

12. a) $n_{N_2} = 0{,}4$ moli N_2; $n_{O_2} = 1{,}2$ moli; $p_{inițială\ O_2} = 1{,}476$ atm;

b) $m_{O_2} = 38{,}4$ g;

c) $\overline{M} = 31$ g/mol.

13. a) C : H = $\frac{85{,}7}{12} : \frac{14{,}3}{1} = 7{,}15:14{,}3$; C : H = 1 : 2; $m_A = m_{CH_4}$;

formulă brută $(CH_2)_n$

x moli $A \cdot M_A = y$ moli $CH_4 \cdot 16$ g/mol; $x \cdot 14n = 16\,y$;

$$p_{CH_4} = \frac{y}{x+y} \cdot p_{am} \Rightarrow 1050 = \frac{y}{x+y} \cdot 1450;$$

$$y = \frac{21}{8}x \Rightarrow x \cdot 14n = 16 \cdot \frac{21}{8}x \Rightarrow n = 3.$$

Formula moleculară a compusului A este C_3H_6.

b) $\overline{M} = \frac{x}{x+y} \cdot 42 + \frac{y}{x+y} \cdot 16$; $\overline{M} = \frac{x}{x+\frac{21}{8}x} \cdot 42 + \frac{\frac{21}{8}x}{x+\frac{21}{8}x} \cdot 16 = 23{,}17$ g/mol.

14. a) $M_A = \frac{3{,}643\ \text{g} \cdot 0{,}082 \frac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 380\ \text{K}}{4{,}5\ \text{atm} \cdot 1{,}25\ \text{dm}^3}$; $M_A = 20{,}18$ g/mol, deci A este Ne;

b) $\rho = 2{,}914$ g/dm^3;

c) $p = 26{,}917$ atm

15. a) Amestecul conține: 5 moli O_2, 0,25 moli N_2, 0,1 moli SO_2, 0,9 moli CO_2 și 0,125 moli CO. Total = 6,375 moli.

$$\overline{M} = \frac{5}{6{,}375} \cdot 32 + \frac{0{,}25}{6{,}375} \cdot 28 + \frac{0{,}1}{6{,}375} \cdot 64 + \frac{0{,}9}{6{,}375} \cdot 44 + \frac{0{,}125}{6{,}375} \cdot 28;$$

$\overline{M} = 33{,}96$ g/mol;

b) $d_{r/aer} = 33{,}96/28{,}9 - 1{,}175$; $d_{r\,H_2} = \frac{33{,}96}{2} = 16{,}98$;

c) $\bar{\rho} = 1{,}389$ g/dm^3;

d) $V = m_{am}/\bar{\rho} \Rightarrow m_{am} = 5 \cdot 32 + 0{,}25 \cdot 28 + 0{,}1 \cdot 64 + 0{,}9 \cdot 44 + 0{,}125 \cdot 28$;

$m_{am} = 216{,}5$ g; $V_{am} = 155{,}86$ dm^3.

16. a) a moli gaz A; 3a moli gaz B; $\overline{M} = 47{,}875 \cdot 2 = 95{,}75$ g/mol;

$$\left.\begin{aligned} &\overline{M}_{am} = \frac{a}{4a} \cdot M_A + \frac{3a}{4a} \cdot M_B = 95{,}75 \\ &M_A - M_B = 47 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} &M_A = 84\ \text{g/mol și } M_B = 131\ \text{g/mol;} \\ &\text{A este Kr, iar B este Xe.} \end{aligned}$$

b) $p = 49{,}446$ atm;

c) $\Delta m = 1523{,}94$ g = 1,524 kg amestec gazos evacuat.

17. a) $\Delta m = \frac{M \cdot V}{R} \cdot \left(\frac{p_1}{T_1} - \frac{p_2}{T_2} \right) \Rightarrow \Delta m = \frac{32 \text{ g/mol} \cdot 10 \text{ dm}^3}{0{,}082 \frac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}} \cdot \left(\frac{120 \text{ atm}}{296 \text{ K}} - \frac{100 \text{ atm}}{299 \text{ K}} \right)$;

$\Delta m = 276{,}88$ g O_2 consumat;

b) $\rho_1 = 158{,}2$ g/dm^3; $\rho_2 = 130{,}51$ g/dm^3;

c) $n_2 = 40{,}786$ moli O_2 rămas în cilindru; $V = 40{,}786 \cdot 22{,}4 = 913{,}6$ L.

18. $V_{\text{cameră}} = 18 \text{ m}^2 \cdot 3{,}2 \text{ m} = 57{,}6 \text{ m}^3$; $m_{\text{aer}} = 71$ kg; $p_2 = 784{,}6$ mm Hg.

19. a) a moli SO_2; $3a$ moli H_2; $n'_{\text{gaz scos}} = \frac{300}{22{,}4} = 13{,}39$ moli;

$$\left.\begin{aligned} p_1 \cdot V &= n_1 \cdot R \cdot T \\ p_2 \cdot V &= (n_1 - n') \cdot R \cdot T \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_1 - n'} \Rightarrow n_1 = 17{,}857 \text{ moli amestec}$$

gazos inițial; $V = 101{,}76$ L;

b) $n_2 = n_1 - n' = 17{,}857 - 13{,}39 = 4{,}467$ moli amestec gazos;

$\overline{M} = 17{,}5$ g/mol; $\rho = 0{,}767$ g/dm^3; $d_{r/aer} = \frac{17{,}5}{28{,}9} = 0{,}605$;

$m_2 = 4{,}467 \cdot 17{,}5 = 78{,}17$ g amestec de gaze rămas în recipient.

20. a) $\Delta\rho = \rho_1 - \rho_0 = \frac{p_1 \cdot M}{RT_1} - \frac{M}{22{,}4}$; $M = 44$ g/mol; substanța A este CO_2;

b) $CO_2 + Na_2O_2 \rightarrow Na_2CO_3 + 1/2O_2$

$CO_2 + 2NH_3 + H_2O \rightarrow (NH_4)_2CO_3$

21. a) Dacă densitatea relativă a amestecului gazos față de aer nu depinde de compoziția amestecului, rezultă că oxidul azotului este izomasic cu CO_2, deci are formula N_2O_x.

$2 \cdot 14 + 16x = 44 \Rightarrow x = 1$.

Oxidul azotului este protoxidul de azot, N_2O.

$m_{CO_2} = \frac{13{,}2 \cdot 2}{3} = 8{,}8$ g $\Rightarrow$ 0,2 moli CO_2; $m_{N_2O} = 4{,}4$ g $\Rightarrow$ 0,1 moli N_2O;

$\%C = 18{,}18\%$; $\%N = 21{,}21\%$; $\%O = 60{,}6\%$.

b) $NH_4NO_3 \xrightarrow{250^\circ C} N_2O + 2H_2O$

$m_{NH_4NO_3} = 0{,}1 \cdot 80 = 8$ g NH_4NO_3 pur $\Rightarrow p = 80\%$.

22. a) $\overline{M} = 38{,}64$g/mol; a moli gaz A; $2a$ moli gaz B.

$$\begin{cases} \dfrac{a \cdot M_A}{2a \cdot M_B} = 0{,}318 \\ \dfrac{1}{3}M_A + \dfrac{2}{3}M_B = 38{,}64 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} M_B = 44 \text{ g/mol}; \\ M_A = 28 \text{ g/mol}. \end{matrix}$$

b) A = CO; B = CO_2.

c) $n_{oxizi} = \dfrac{11{,}6}{38{,}64} = 0{,}3$ moli $\Rightarrow \begin{cases} 0{,}1 \text{ moli } CO_2 \\ 0{,}2 \text{ moli } CO_2 \end{cases}$

$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

$n_{Ca(OH)_2 \text{ necesar}} = 0{,}2$ moli; $m_s = 296$ g soluție $Ca(OH)_2$ 5%.

23. a)

$$\underset{3a \text{ moli}}{3O_2} \longrightarrow \underset{2a \text{ moli}}{2O_3}$$

$$\underset{b \text{ moli}}{O_2} \longrightarrow \underset{b \text{ moli}}{O_2}$$

inițial $(3a + b)$ moli O_2 $\qquad$ $2a$ moli $O_2 + b$ O_2 final

$n_1 = 362{,}23$ moli; $n_2 = 347{,}73$ moli;

$a = 14{,}5$ moli $\Rightarrow$ 43,5 moli O_2 transformat în O_3;

$b = 318{,}73$ moli O_2 netransformat; $\eta = 12\%$;

b) $x_{O_2} = 0{,}9166$; $x_{O_3} = 0{,}0834$;

c) $p = 5{,}3$ atm.

24. a) Presupunem că în ozonizor se află inițial 100 L aer, deci 20 L O_2 și 80 L N_2.

$$\underset{80 \text{ L}}{N_2} \longrightarrow \underset{80 \text{ L}}{N_2}$$

$$\underset{3a \text{ L}}{3O_2} \longrightarrow \underset{2a \text{ L}}{2O_3}$$

$$\underset{b \text{ L}}{O_2} \longrightarrow \underset{b \text{ L}}{O_2}$$

$80 + 3a + b = 100$ L $\qquad$ $(80 + 2a + b)$ L amestec final

Amestecul final conține 80 L N_2, 3,92 L O_3 și 14,11 L O_2; total 98,03 L gaze;

% N_2 = 81,6 %; $\quad$ % O_3 = 4 %; $\quad$ % O_2 = 14,4 %;

b) $p_f = 0{,}98 p_i$.

$$2HCl + 1/2\, O_2 \rightarrow H_2O + Cl_2$$

25. a)

$$\underset{b \text{ moli}}{HCl} \rightarrow \underset{b \text{ moli}}{HCl}$$

$$\underset{c \text{ moli}}{O_2} \rightarrow \underset{c \text{ moli}}{O_2}$$

$b = 6a$; $\quad c = 2{,}166a$; $\quad p_1 = 48{,}6a$ atm; $\quad p_2 = 37{,}23a$ atm.

Presiunea din vas creşte odată cu creşterea numărului de moli de amestec gazos.

$\Delta p = 48{,}6a - 37{,}23a = 11{,}37a$ atm.

Presiunea din vas scade după reacţie cu 11,37 atm, deci cu 23,4%.

b) % HCl = 65,5%; % O_2 = 23,63%.

c) $m_{am.\ gazos} = 359{,}312a$ g amestec gazos;
% Cl_2 = 19,76%; % HCl = 60,95%; % O_2 = 19,29%.

26. a) Amestecul conţine a moli CO_2 şi b moli NH_3.

$\overline{M}$ = 23,7513 g/mol; a = 50 kmoli CO_2; b = 150 kmoli NH_3.

$CO_2 + 2NH_3 \rightarrow (NH_2)_2CO + H_2O$

$50 \cdot \frac{80}{100}$ kmoli CO_2 transformat $\Rightarrow$ 40 kmoli uree obţinută.

m_{uree} =2400 kg uree.

b) Reacţionează: 40 kmoli CO_2 $\Rightarrow$ rămân 10 kmoli CO_2; 80 kmoli NH_3 $\Rightarrow$ rămân 70 kmoli NH_3 $\Rightarrow$ $\frac{n_{CO_2}}{n_{NH_3}} = \frac{1}{7}$

c) $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$
10 kmoli 10 kmoli

m_s = 2960 kg soluţie 25% $Ca(OH)_2$.

d) $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$
70 kmoli 70 kmoli

m_s = 7097,22 kg soluţie 36% HCl; V_f = 6000 L soluţie 36% HCl.

27. a) $\overline{M}_{aer}$ = 28,938 g/mol; m_{final} = 0,0604 g;

b) p_{O_2} = 157 mm Hg; p_{N_2} = 605,18 mm Hg; p_{CO_2} = 5,76 mm Hg;

c) p = 1,2768 atm; p = 970 mm Hg.

28. a) $M_x = 0{,}969 \cdot 28{,}9 = 28$ g/mol $\Rightarrow$ X = CO;
$M_Y = 1{,}107 \cdot 28{,}9 = 32$ g/mol $\Rightarrow$ Y = O_2;

$n_{amestec}$ = 9 moli amestec gazos format din x moli CO şi y moli O_2.

$$\begin{cases} x + y = 9 \\ 28x + 32y = 276 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} x = 3 \text{ moli CO} \\ y = 6 \text{ moli } O_2 \end{matrix}$$ rap. molar = 1:2

b) $CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2$; $O_2 \rightarrow O_2$
3 moli; 1/2 · 3 moli; 3 moli; 4,5 moli; 4,5 moli

$\overline{M}_{iniţial}$ = 30,66 g/mol; $\overline{M}_{final}$ = 36,8 g/mol;

c) n' = 0,304 moli amestec gazos rămas în recipient; m' = 0,304 · 36,8 = 11,18 g;

d) 2 moli CO.....283 kJ
3 moli.....Q
$Q = 424{,}5$ kJ.

29. a)

	N_2O_4	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$
Inițial	100 moli		0 moli
Reacție	α		0
Final	$(100-\alpha)$		2α

$$V = \frac{(100+\alpha)RT_1}{p_1} \Rightarrow V = \frac{149 \text{ moli} \cdot RT_1}{1 \text{ atm}} = 149 \cdot RT_1 \text{ dm}^3;\ V = 4068{,}6 \text{ dm}^3.$$

$$(100 + \alpha') = \frac{V \cdot p_1}{RT_1} \Rightarrow (100 + \alpha') = \frac{149 \cdot RT_1 \cdot p_2}{RT_1};$$

$$(100 + \alpha') = 149 \cdot p_2;\ \alpha' = 149 \cdot p_2 - 100;\ \alpha' = 149 \cdot 1{,}1 - 100 = 63{,}9\%;$$

b) $p_3 = \dfrac{RT_1 \cdot (100+\alpha'')}{V}$; $p_3 = 1{,}275$ atm;

c) $p_3 = 1{,}181$ atm;

30. a) $m_{NO_2} = 23$ g $\Rightarrow$ $n_{NO_2} = 0{,}5$ moli; $p = 123$ atm.

b)

	$2NO_2$	$\rightleftharpoons$	N_2O_4
Inițial	0,5 moli		0
Reacționează	$0{,}5 \cdot \dfrac{\alpha}{100}$ moli		$\dfrac{0{,}25\alpha}{100}$ moli
Final	$0{,}5\left(1 - \dfrac{\alpha}{100}\right)$ moli		$\dfrac{0{,}25\alpha}{100}$ moli

$$\Rightarrow n_{final} = 0{,}5 - \frac{0{,}5\alpha}{100} + \frac{0{,}25\alpha}{100};\ n_{final} = 0{,}4 \text{ moli}.$$

$p = 87{,}9$ atm;

c) $\overline{M} = 57{,}5$ g/mol.

31. a) la anod (–): $H_2O \xrightarrow[\text{oxidare}]{} 2H^+ + 1/2O_2 + 2e^-$

la catod (+): $2H_2O + 2e^- \xrightarrow[\text{reducere}]{} 2HO^- + H_2$

$H_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} 2H_2 + 1/2O_2$

Raportul molar $H_2 : O_2 = 2 : 1 \Rightarrow V_{H_2+O_2} = 15 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \text{ cm}^3\ H_2 : 5 \text{ cm}^3\ O_2$;

$m_{amestec} = 8{,}0357$ mg; % $H_2 = 11{,}11\%$; % $O_2 = 88{,}88\%$

b) $M = 12$ g/mol;

c) $\overline{\rho} = 0{,}5357$ g/dm^3;

d) $V = 21{,}96$ cm^3.

32. a) $\begin{cases} p \cdot \overline{M} = \bar{\rho} RT \\ \overline{M} = \frac{1}{8} \cdot 64 + \frac{5}{8} \cdot 34 + \frac{2}{8} \cdot 44 = 40,25 \text{ g/mol} \end{cases}$; $p = 1,87$ atm

b) $n_{gaze} = 2$ moli amestec gazos;

$N = 2 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,2044 \cdot 10^{24}$ molecule de gaz.

c) $n_{H_2S} = 1,25$ moli;

$$\underset{1,25 \text{ moli}}{H_2S} + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow \underset{1,25 \text{ moli}}{PbS\downarrow} + 2CH_3COOH$$

$m_s = 2708,33$ g soluție 15% acetat de plumb.

d) $\bar{\rho}' = 2,108$ g/dm^3.

33. a) $\overline{M} = 30,411$ g/mol;

b) $m_C = 12 \cdot \frac{68}{100} = 8,16$ kg carbon; $n_C = 0,68$ kmoli;

$$\underset{a \text{ moli}}{C} + \underset{a \text{ moli}}{O_2} \rightarrow \underset{a \text{ moli}}{CO_2}; \quad \underset{b \text{ moli}}{C} + \underset{b/2 \text{ moli}}{1/2O_2} \rightarrow \underset{b \text{ moli}}{CO}; \quad \underset{c \text{ moli}}{N_2} \rightarrow \underset{c \text{ moli}}{N_2}$$

$$\begin{cases} a + b = 680 \\ \left(a + \frac{b}{2}\right) \cdot 4 = c \end{cases}$$

100 moli gaze ..... 76,71 moli N_2

$(a + b + c)$ moli c

$100c = 76,71(a + b + c)$; $100c = 76,71 \cdot 680 + 76,71c$; $23,29c = 76,71 \cdot 680$;

$c = 2239,708$ moli N_2; $b = 240,146$ moli CO; $c = 439,854$ moli CO_2.

Total: 2919,708 moli gaze; $p_1 = 952,42$ atm;

c) $p_2 = 204,25$ atm.

34. a) $n_{CO} = 0,8536$ moli; $n_{H_2} = 1,01626$ moli; $p_{am} = 3,83$ atm;

b) $p_{CO} = 1,75$ atm; $p_{H_2} = 2,08$ atm.

c) $\overline{M} = 13,875$ g/mol;

d) $CO + 2H_2 \xrightarrow[350\ ^\circ C]{ZnO/Cr_2O_3} CH_3OH$

$n_{CO \text{ transformat}} = 0,17$ moli; $n_{H_2 \text{ transformat}} = 0,34$ moli; $m_{CH_3OH \text{ obținut}} = 0,17$ moli.

Amestecul gazos final conține: 0,17 moli CH_3OH (este gaz la 350 °C); 0,6836 moli CO; 0,846 moli H_2;

Total: 1,7 moli.

$p' = 7,237$ atm.

c) $x_{CH_3OH} = \frac{0,17}{1,7} = 0,1$.

35. a) $\frac{m_X}{m_Y} = \frac{1}{2}$. Fie x moli de gaz X şi y moli de gaz Y.

$\overline{M} = \frac{x}{x+y} \cdot M_X + \frac{y}{x+y} \cdot M_Y$;

$24(x + y) = m_X + m_Y$; $24(x + y) = 3m_X$; $m_X = 8(x + y)$;

$$\left.\begin{array}{l} x = \frac{p \cdot V}{RT} \\ y = \frac{p \cdot V}{RT} \end{array}\right\} \Rightarrow x = y. \text{ Deci, } m_X = 16x; \; M_X = m_X/x = 16 \text{ g/mol.}$$

Cum X conţine 10 electroni în moleculă $\Rightarrow$ X = CH_4.

b) $m_{amestec}$ = 10 g; m_X = 3,33 g CH_4; m_Y = 6,66 g O_2;

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

n_{CH_4} = 0,208 moli; n_{O_2} = 0,208 moli.

Deoarece raportul stoechiometric $CH_4 : O_2 = 1 : 2 \Rightarrow$ CH_4 în exces;

$n_{CH_4\ exces}$ = 0,104 moli; n_{CO_2} = 0,208 moli;

(Apa la 50°C este lichidă.)

$\overline{M}$ = 34,66 g/mol.

36. a) M_{gaz} = 44 g/mol; n_{gaz} = 0,035 kmoli.

Substanţa binară este CO_2.

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$

b) p = 86,1 atm;

c) ρ_0 = 1,964 g/dm^3; ρ = 154 g/dm^3;

d) n' = 15 moli; p' = 36,9 atm;

e) T = 700 K; t = 427°C.

37. a) $\overline{M}$ = 32 g/mol; $n_{amestec} = \frac{92,4}{22,4} = 4,125$ moli

Amestecul conţine x moli CO şi y moli CO_2;

x = 3,09375 moli CO; y = 1,03125 moli CO_2.

% CO = 75 %; % CO_2 = 25%.

b) n_{O_2} = 1,85 moli O_2; $n_{H_2} = 4n_{O_2}$ = 7,4 moli N_2.

$$\underset{3,09375 \text{ moli}}{\overset{1}{CO}} + \underset{x = 1,546875 \text{ moli } O_2}{\overset{1/2}{1/2O_2}} \rightarrow CO_2$$

Rezultă că oxigenul se află în exces: $n_{O_2\ exces}$ = 0,303 moli.

. Amestecul gazos după ardere: 7,4 moli N_2, 4,125 moli CO_2 şi 0,303 moli O_2. Total: 11,828 moli.

% N_2 = 62,56 %; % CO_2 = 34,87 %; % O_2 = 2,56 %.

c) $\underset{4,125 \text{ moli}}{CO_2} + Ca(OH)_2 \rightarrow \underset{4,125 \text{ moli}}{CaCO_3} + H_2O$

m_s = 1526,25 g soluţie $Ca(OH)_2$ 20%.

d) $\underset{4,125 \text{ moli}}{C} + \underset{4,125 \text{ moli}}{O_2} \rightarrow CO_2$

$m_{cărbune}$= 53,8 g cărbune de puritate 92%.

38. a) $n_{amestec}$ = 11,8 moli.

Amestecul conţine: 2,146 moli CO, 4,292 moli SO_2 şi 5,365 moli H_2.

Procentele molare: % CO = 18,18 %; % SO_2 = 36,36 %; % H_2 = 45,46 %.

Procentele masice: % CO = 17,39%; % SO_2 = 79,53 %; % H_2 = 3,10 %.

b) n_{O_2} = 25 moli O_2; n_{N_2} = 100 moli;

$\underset{2,146 \text{ moli}}{CO} + \underset{1/2 \cdot 2,146 \text{ moli}}{1/2O_2} \rightarrow CO_2$ $\qquad$ $\underset{5,365 \text{ moli}}{H_2} + \underset{1/2 \cdot 5,365 \text{ moli}}{1/2O_2} \rightarrow H_2O$

n_{O_2} = 3,7555 moli;

Amestecul gazos final conţine: 21,24 moli O_2, 2,146 moli CO_2, 4,292 moli SO_2 şi 100 moli N_2.

Total: 127,678 moli gaze.

Procentele molare: % O_2 = 16,63 %; % CO_2 = 1,68 %; % SO_2 = 3,36 %; % N_2 = 78,32 %.

c) $\overline{M}$ = 30,345 g/mol.

d) $\bar{\rho}$ = 1,3547 g/dm^3.

e) NaOH reţine CO_2 şi SO_2.

$2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

$2NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

Deci, amestecul gazos este format din 21,24 moli O_2 şi 100 moli N_2; $\overline{M}$ = 28,7 g/mol; $\bar{\rho}$ = 1,281 g/dm^3.

39. a)

	N_2	+ $3H_2$	$\rightleftharpoons$	$2NH_3$
Iniţial	5 moli	8 moli		0 moli
Reacţionează	0,5 moli	3 · 0,5 moli		2 · 0,5 moli
Final	4,5 moli	6,5 moli		1 mol

% N_2 = 37,5 %; % H_2 = 54,16 %; % NH_3 = 8,33 %; $\overline{M}$ = 13 g/mol;

b) $\underset{6,5 \text{ moli}}{H_2} + 1/2O_2 \rightarrow \underset{6,5 \text{ moli}}{H_2O}$

c % = 12,68 %;

c) $\underset{1\text{ mol}}{NH_3} + \underset{1\text{ mol}}{HCl} \rightarrow NH_4Cl$

$V_s = 98{,}076$ mL soluție HCl 32%.

40. a) $M_A = M_B$. Gazul A este CO, iar gazul B este N_2.

$CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2$

$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

$n_{Ca(OH)_2} = 0{,}06$ moli; $n_{CO_2} = 0{,}06$ moli $\Rightarrow$ $n_{CO} = 0{,}06$ moli; $n_{N_2} = 0{,}02$ moli;

% CO = 75 %; % N_2 = 25 %.

b) $m_{CO} = 1{,}68$ g; $m_{N_2} = 0{,}56$ g.

c) $p = 5{,}0125$ atm.

d) $\overline{M} = 28$ g/mol; $\overline{\rho} = 5{,}74$ g/dm^3.

41. a) $n_{O_2} = 5$ moli; $n_{N_2} = 4$ moli; $p_A = 240{,}26$ atm; $p_B = 192{,}2$ atm;

b) $p = 216{,}23$ atm; $p_{O_2} = 120{,}13$ atm; $p_{N_2} = 96{,}1$ atm;

c) $m_{carbon} = 15 \cdot \frac{80}{100} = 12$ g $\Rightarrow$ 1 mol de C.

$\underset{1\text{ mol}}{C} + \underset{1\text{ mol}}{O_2} \rightarrow \underset{1\text{ mol}}{CO_2}$

5 moli O_2 ..... 4 moli N_2

1 mol O_2 ..... $x = 0{,}8$ moli N_2

Se consumă, deci, 1 mol O_2 și 0,8 moli N_2.

$p' = 172{,}98$ atm.

d) $\underset{1\text{ mol}}{CO_2} + \underset{2\text{ moli}}{2NaOH} \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

$m = 1000$ g soluție 8% NaOH.

42. a) $m_{Cl_2} = 142$ g; $c\,\% = 0{,}14$ %.

b) $V_{Cl_2} = 44{,}8 \cdot 10^4$ L = 448 m^3

$\underset{58{,}5}{\overset{x}{NaCl}} \xrightarrow{\text{electroliză}} Na + \underset{1/2 \cdot 22.4\text{ m}^3}{\overset{448\text{ m}^3}{1/2Cl_2}}$

$x = 2340$ kg NaCl pur; $m_{NaCl\ p=80\%} = 2925$ kg NaCl de puritate 80%.

43. a) $\underset{5\text{ moli}}{H_2} + \underset{5\text{ moli}}{Cl_2} \rightarrow \underset{10\text{ moli}}{2HCl}$ $\qquad$ $Zn + \underset{5\text{ moli}}{2HCl} \rightarrow \underset{2{,}5\text{ moli}}{ZnCl_2} + H_2$

$AgNO_3 + \underset{5\text{ moli}}{HCl} \rightarrow \underset{5\text{ moli}}{AgCl} + HNO_3$

$m_{ZnCl_2} = 2{,}5 \cdot 136 = 340$ g; $m_{AgCl} = 5 \cdot 143{,}5 = 717{,}5$ g.

b) $V_{H_2} = 112$ L; c) $V_{H_2} = 56$ L.

Capitolul

4. STAREA LICHIDĂ. SOLUŢII

Breviar

Starea lichidă este o stare intermediară stării solide şi gazoase. Distanţele dintre particulele lichidului sunt relativ mari, dar mai mici decât în cazul stării gazoase. Între particulele lichidului există forţe de coeziune, consecinţa fiind o ordine locală care nu se păstrează pe distanţe mari.

Lichidele nu sunt compresibile. Prezintă fenomenul de difuziune, ca şi gazele, dar nu toate lichidele pot difuza între ele. În urma fenomenului de difuzie şi al celui de solvatare rezultă soluţii. Soluţiile sunt amestecuri omogene formate dintr-o singură fază. Orice soluţie se obţine prin dizolvarea unui dizolvat (solut) într-un dizolvant (solvent).

Nu poate fi dizolvat orice solut în orice solvent, ci numai substanţele cu structuri asemănătoare. Dacă o substanţă nu se dizolvă într-un solvent, spunem că este, practic, insolubilă în solvent.

Factorii care influenţează solubilitatea sunt: natura solutului, natura solventului, temperatura şi presiunea, dacă solutul este gaz.

- Dizolvarea este însoţită de fenomene termice şi poate fi exotermă şi endotermă.

Când energia de solvatare depăşeşte energia de reţea a solutului şi energia forţelor de atracţie din solvent, procesul este exoterm.

În funcţie de cantitatea de solut dizolvată în solvent, soluţiile pot fi: infinit diluate, diluate, concentrate, saturate, suprasaturate.

Cantitativ, aceasta se exprimă prin concentraţii:

- *concentraţia procentuală*:

$$c\% = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100,$$

unde: m_d este masa solut, în g;
m_s – masa soluție, în g (formată din solut și solvent);

• *concentrația molară*:

$$c_M = \frac{n}{V_s},$$

unde: n este numărul de moli de solut;
V_s – volumul soluției, în L;

$$c_M = \frac{m_d}{M \cdot V_s},$$

unde: m_d este masa de solut, în g;
M – masa moleculară a solutului, în g/mol;
V – volumul soluției, în L.

Amestecuri de soluții (de același fel – solut și solvent):

$$c\% = \frac{m_{d_1} + m_{d_2} + ... + m_{d_n}}{m_{s_1} + m_{s_2} + ... + m_{s_n}} \cdot 100; \quad c_M = \frac{n_1 + n_2 + ... + n_n}{V_{s_1} + V_{s_2} + ... + V_{s_n}};$$

Pentru două soluții inițiale (cu același solvent, dar solut diferit) se exprimă concentrația fiecărui solut prin raportare la cantitatea de soluție.

$$c\% = \frac{m_{d_1}}{m_{s_1} + m_{s_2}} \cdot 100; \quad c_{M_1} = \frac{m_{d_1}}{M_1 \cdot \left(V_{s_1} + V_{s_2}\right)} \cdot 100.$$

Probleme

1. Într-un balon cotat de 500 mL se dizolvă 96,6 g $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ în apă distilată și se aduce la semn. Calculează:
a) concentrația molară a soluției obținute;
b) volumul de soluție 0,1 *M* $BaCl_2$ necesar pentru a reacționa complet cu 10 mL de soluție din balon.

2. Se dizolvă 49,2 g cristalohidrat $MgSO_4 \cdot xH_2O$ cu un conținut de 51,22% apă, în 174,8 mL apă distilată. Determină:
a) formula cristalohidratului;
b) concentrația procentuală a soluției obținute.

3. Într-un balon cotat de 250 mL se introduc 25 mL soluție NaCl 0,5 *M*, apoi se adaugă apă distilată până la semn. Calculează:
a) masa de NaCl din soluție;
b) concentrația molară a soluției de NaCl obținută.

4. Se dizolvă 8,382 g iod în 200 mL benzen (ρ = 0,88 g/mL). **Calculează**:
a) concentrația procentuală a soluției;
b) volumul de benzen care mai trebuie adăugat pentru ca valoarea concentrației să se diminueze de două ori și jumătate.

5. Serul fiziologic restabilește echilibrul hidroelectrolitic celular și este o soluție 9 ‰ de NaCl. Calculează:
a) cantitatea de NaCl dintr-o fiolă de 10 mL (ρ = 1 g/mL);
b) cantitatea de ser fiziologic care se poate prepara din 11,25 g NaCl și numărul de fiole în care poate fi stocat.

6. Pentru a schimba soluția de H_2SO_4 dintr-un acumulator cu plumb sunt necesari 2,38 L soluție H_2SO_4 38% (ρ = 1,26 g/mL). Aceasta se obține prin amestecarea unei soluții de H_2SO_4 1 *M* (ρ_1 = 1,049 g/mL) cu o soluție de H_2SO_4 49% (ρ_2 = 1,385 g/mL). Determină:
a) volumele soluțiilor amestecate;
b) volumul soluției de H_2SO_4 98% (ρ = 1,84 g/mL), necesar preparării soluției 1 *M* care a fost utilizată;
c) volumul soluției $Ba(OH)_2$ de concentrație 2 *M* care neutralizează 1/10 din soluția utilizată în acumulator.

7. Prin diluarea unei probe cu masa de 14 g de soluție de hidroxid alcalin cu concentrația 40%, se obține o soluție de concentrație 0,2 *M* și densitatea egală cu unitatea. Volumul soluției diluate este de 500 mL. Determină:
a) formula hidroxidului alcalin și concentrația procentuală a soluției rezultate;
b) volumul de soluție de HCl 0,25 *M*, care poate fi titrat până la punctul de echivalență, cu 5 mL soluție alcalină din balon;
c) concentrația procentuală a unei noi soluții alcaline, dacă peste proba de soluție inițială se introduce 1,4 g metal alcalin ce formează cationul hidroxidului.

8. Se amestecă 800 g soluție de H_2SO_4 14% (ρ = 1,095 g/mL) cu 600 g soluție H_2SO_4 20% (p = 1,14 g/mL), 400 g soluție H_2SO_4 60% (ρ = 1,52 g/mL) și 1200 g apă distilată. Calculează:
a) concentrația procentuală a soluției obținute;
b) concentrația molară a aceleiași soluții;
c) masa de soluție de $Pb(NO_3)_2$ 2%, necesară reacției totale cu o probă de 10 mL soluție de H_2SO_4.

9. 5 mL soluție ce conține un amestec de H_2SO_4 și H_3PO_4 se neutralizează cu 40 mL soluție KOH 2 *M*, rezultând o soluție de săruri neutre ale celor doi acizi. După evaporarea apei se cântărește reziduul solid format din cele două săruri. Masa acestora este 5,98 g. Calculează:
a) concentrația molară a soluției acide, în raport cu fiecare acid;
b) compoziția procentuală a celor două săruri în amestec;
c) concentrațiile molare ale soluțiilor de H_2SO_4, respectiv, de H_3PO_4, știind că s-au folosit volume egale de soluție pentru a obține amestecul.

10. Se amestecă 200 mL soluție de NaOH 2 *M* (ρ = 1,102 g/mL) cu 300 mL soluție de HCl 1 *M* (ρ = 1 g/mL). Calculează:

a) fracțiile molare ale componentelor în amestecul final;

b) concentrațiile molare ale componentelor din amestec;

c) volumul de soluție H_2SO_4 38% (ρ = 1,29 g/mL) necesar pentru neutralizarea hidroxidului de sodiu nereacționat.

11. O probă de apă de mare conține 38 g/L NaCl, 5g/L $MgCl_2$, 0,9 g/L KCl, 0,15 g/L KBr, 1,2 g/L $CaSO_4$; 15 g/L $MgSO_4$. Calculează:

a) concentrația ionilor clorură (în g/L și moli/L);

b) volumul de soluție 0,1 *M* de $AgNO_3$ necesar pentru precipitarea ionilor clorură dintr-o probă de 10 mL apă de mare;

c) concentrația ionilor Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} (în g/L și moli/L);

d) masa soluției de $BaCl_2$ 20% necesară precipitării ionilor sulfat dintr-o probă de 10 mL apă de mare.

12. Peste 475 mL apă distilată se adaugă lent 25 mL acid sulfuric cu 20% SO_3 (ρ = 1,89 g/mL). Calculează:

a) concentrația molară a soluției de H_2SO_4 obținută;

b) concentrația procentuală a aceleiași soluții;

c) masa de soluție de amoniac 15% necesară neutralizării soluției de H_2SO_4.

13. Într-un balon cotat de 50 mL se află o soluție $Ca(OH)_2$ de concentrație necunoscută. Se ia o probă de 2 mL din soluție și se adaugă 5 mL soluție 0,1 *M* acid oxalic ($H_2C_2O_4$) în exces. Excesul de acid oxalic se titrează cu 7,2 mL soluție acidulată de $KMnO_4$ 0,01 *M*. Determină:

a) concentrația molară a soluției de $Ca(OH)_2$;

b) concentrația soluției de $Ca(OH)_2$, dacă se aduce din nou la semn, prin adăugarea a 2 mL apă distilată.

14. 3,125 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ se dizolvă în apă distilată și se aduce la semn într-un balon cotat de 100 mL. Se scot cu pipeta 10 mL din soluția de sulfat de cupru și se introduc într-un pahar Berzelius în care se află o soluție de amoniac 0,15 *M*. Determină:

a) concentrația molară a soluției de sulfat de cupru obținută;

b) masa de reactiv Schweitzer obținută;

c) volumul soluției de amoniac, dacă s-a lucrat cu un exces de 50%.

15. Care sunt masele de apă și de zahăr ($C_{12}H_{22}O_{11}$) necesare pentru a prepara 1500 g soluție de concentrație 25%? Zahărul se obține cu un randament de 60% din sfecla de zahăr ce conține 9% zahăr. Din ce cantitate de sfeclă se obține zahărul necesar preparării soluției?

16. Într-un pahar se află 10 mL soluție $AlCl_3$ 0,3 *M* peste care se adaugă un volum *V* de soluție de NaOH 1 *M*. Determină:

a) volumul, *V*, astfel încât să se formeze un precipitat alb și masa de precipitat;

b) volumul, *V*, astfel încât precipitatul alb să se dizolve complet;
c) concentrația molară a ionilor Na^+ în soluția finală de la punctul b).

17. În două baloane cotate de 50 mL se prepară două soluții utilizând 5,475 g $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, respectiv, 5,475 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$. Determină:
a) concentrațiile molare ale celor două soluții obținute;
b) concentrația molară a soluției de acid oxalic ($H_2C_2O_4$), dacă 5 mL soluție clorură de calciu se titrează cu 2,5 mL soluție acid oxalic ($H_2C_2O_4$) până la precipitarea totală a ionilor.
c) concentrația ionilor clorură (în moli/L și g/L) în amestecul rezultat din cele două soluții.

18. 250 mL soluție NaCl 0,3 *M* se fierbe astfel încât soluția să se concentreze la 0,8 *M*. Prin măsurarea volumului soluției se constată că evaporarea a fost mai avansată astfel încât volumul soluției a scăzut la 65 mL. Ce cantitate de apă distilată mai trebuie adăugată pentru a obține soluția cu concentrația dorită?

19. 200 mL soluție NaOH 30% (ρ = 1,322 g/mL) se împarte în două părți egale. Prima jumătate trebuie diluată până la c_M = 3 *M*, iar cea de-a doua trebuie concentrată prin adăugare de NaOH solid până la *c* = 56%. Determină:
a) concentrația molară a soluției inițiale;
b) volumul de apă distilată ce trebuie adăugat pentru obținerea soluției diluate;
c) masa de NaOH necesar pentru a concentra cea de-a doua soluție.

20. Prin dizolvarea a 0,5 moli de $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ în 667 g apă se obține o soluție de concentrație 17,1%. Determină:
a) numărul de molecule de apă din cristalohidrat;
b) volumul de soluție NaOH 3 *M* necesar precipitării totale a ionilor Al^{3+};
c) volumul de apă distilată în care ar trebui să se dizolve cantitatea de cristalohidrat pentru a obține o soluție cu concentrația 40%.

21. 500 g soluție de $CuSO_4$ 15% se încălzește până la evaporare. Determină:
a) masa de cristalohidrat care se obține;
b) masa de soluție de amoniac 17% necesară pentru obținerea reactivului Schweitzer;
c) cantitatea de moli de ioni SO_4^{2-} din soluție care precipită cu 20 g soluție 2% $BaCl_2$.

22. Se amestecă patru soluții de NaOH: *a* mL soluție 2 *M*; *b* mL soluție 1 *M*; 900 mL soluție 4 *M*; 900 mL soluție 1,5 *M* și 300 mL apă, obținându-se 3 L soluție NaOH. Determină:
a) *a* și *b*, astfel încât soluția obținută să aibă concentrația 2,1 *M*;
b) volumul de soluție de H_2SO_4 2,1 *M* care se adaugă peste soluția obținută astfel încât să se ajungă la punctul de echivalență.

23. O probă de apă de mare conține următoarele săruri: 27,495 g/L NaCl, 2,8 g/L $MgCl_2$, 1,56 g/L $MgSO_4$ și 1,35 g/L $CaSO_4$. Determină:

a) masa soluției de $Ba(NO_3)_2$ 20% necesară precipitării totale a ionilor SO_4^{2-} din 20 mL probă;

b) volumul soluției de $AgNO_3$ 2 *M* necesar precipitării totale a ionilor Cl^- din 20 mL probă.

24. Un amestec format din $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ și $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ are masa 190,3 g și se dizolvă în 309,7 g apă, rezultând o soluție a cărei concentrație în $MgSO_4$ este 6%. Calculează:

a) raportul masic al celor doi cristalohidrați în amestecul dat;

b) concentrația procentuală a soluției de Na_2SO_4;

c) masa celor două săruri anhidre.

25. Se amestecă o soluție de NaOH 40% (ρ = 1,437 g/mL) cu un volum dublu de soluție de NaOH 20% (ρ = 1,225 g/mL). Soluția obținută se diluează cu un volum egal de apă distilată. Calculează:

a) concentrația procentuală a soluției obținute;

b) concentrația molară a soluției obținute.

26. *x* g soluție NaOH 30% se amestecă cu *y* g soluție NaOH 35%, obținându-se o soluție de concentrație 32%. Prin soluția obținută se barbotează 4 L clor la t = 273°C și p = 5,6 atm, obținându-se apă de Javel. Excesul de NaOH se neutralizează cu 630 g soluție HNO_3 30%. Determină *x* și *y*.

27. Calculează raportul masic în care trebuie amestecate două soluții de HNO_3 de concentrație 36%, respectiv, 48% pentru a obține o soluție de concentrație 42%.

28. 100 g soluție NaOH neutralizează 43,3265 g oleum rezultând o soluție de sare neutră cu concentrația 48,865%. Determină:

a) concentrația procentuală a soluției de NaOH utilizată;

b) concentrația în SO_3 liber din oleumul folosit;

c) fracțiile molare ale componentelor care intră în reacție.

29. Calculează volumul de oleum cu 25% SO_3 (ρ_2 = 1,9 g/mL) și volumul de H_2SO_4 80% (ρ_1 = 1,7 g/mL) necesare pentru a prepara:

a) 550 kg soluție H_2SO_4 98%;

b) 876 kg oleum cu 7% SO_3;

c) 725 kg soluție H_2SO_4 49% (p = 1,298 g/mL).

30. Se barbotează NO_2 în 500 g soluție NaOH 25%, rezultând o soluție în care raportul masic dintre săruri și soluția rezultată este 77:246. Determină:

a) concentrația procentuală a sărurilor în soluție;

b) volumul de NO_2 barbotat, măsurat la t = 27°C și p = 2,5 atm.

31. În 4 L de soluție de bicarbonat de sodiu (ρ = 1,058 g/mL) se adaugă soluție HCl 20%, astfel încât concentrația HCl în soluția rezultată să fie 7%, iar volumul de gaz degajat este 133 L (c.n.). Determină:

a) masa soluției rezultate;

b) compoziția în procente de masă a soluției rezultate.

32. Se amestecă două mase egale de soluții de NaOH și HCl, cu aceeași concentrație procentuală. Soluția finală are concentrația în NaCl egală cu 29,25%. Determină:

a) concentrațiile procentuale ale soluțiilor luate în lucru;

b) concentrația procentuală a substanței care a fost în exces în soluția finală.

33. Se tratează 39,4 g $BaCO_3$ cu 800 g soluție H_2SO_4 20%. Precipitatul obținut se filtrează și se cântărește, obținând masa de 46 g. Calculează:

a) randamentul operației de filtrare;

b) concentrația acidului sulfuric rezidual.

34. Calculează cantitatea de soluție NaOH 20% necesară pentru a neutraliza 4,4 g amestec de HCl și H_2SO_4, dacă pentru precipitarea ionilor clorură din amestec se consumă 68 g soluție $AgNO_3$ 10%.

35. În acumulatorul cu plumb se utilizează soluție de H_2SO_4 38% (ρ = 1,29 g/mL). Calculează:

a) volumul de soluție de H_2SO_4 98% (ρ = 1,84 g/mL) necesar obținerii a 2 L soluție pentru acumulator;

b) masa de apă care trebuie adăugată la soluția de H_2SO_4 98% pentru a obține soluția necesară acumulatorului;

c) concentrația procentuală a soluției de acid din acumulator după evaporarea a 500 g apă.

36. Pentru conservarea lemnului este utilizată o soluție de clorură de zinc 30%. Determină:

a) masa de zinc necesară preparării a 50 kg dintr-o astfel de soluție;

b) volumul de soluție de HCl 0,1 *M* consumat pentru obținerea clorurii de zinc;

c) cum se poate transforma soluția $ZnCl_2$ 30% într-o soluție 10% cu aceeași masă.

37. În 194,44 g apă, se dizolvă o masă de 5,56 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Din soluția obținută, 60 g se amestecă cu o cantitate stoechiometrică de KOH, astfel încât să se formeze un precipitat verde. Calculează;

a) concentrația procentuală a soluției de $FeSO_4$.

b) masa de precipitat obținută.

38. În ce raport volumetric trebuie să se amestece o soluție 7% de acid fosforic (ρ_1 = 1,04 g/mL) cu o soluție 21,6% a aceluiași acid (ρ_2 = 1,13 g/mL), pentru a prepara o soluție de concentrație 10%?

Rezolvări

1. a) $n_{\text{cristalohidrat}} = 0{,}3$ moli, $c_M = 0{,}6\ M$.

b) $Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl$

În 500 mL soluție ..... 0,3 moli sare

10 mL soluție x

$n_{BaCl_2} = 0{,}006$ moli;

$V_s = 0{,}06$ L soluție $BaCl_2$, 0,1 M.

2. a) $(120 + 18x)$ g cristalohidrat ..... $18x$ g H_2O

100 g ..... 51,22 g H_2O

$x = 7 \Rightarrow MgSO_4 \cdot 7H_2O$;

b) 246 g cristalohidrat ..... 120 g sare anhidră

49,2 g x

$x = 24$ g sare anhidră; $c\% = 10{,}71\%$.

3. a) $m_{NaCl} = 731{,}25$ mg NaCl;

b) $c_M = 0{,}05\ M$.

4. a) $c\% = 4{,}54\%$;

b) $m_{S_2} = 461{,}56$ g; $m_{benzen} = 277{,}18$ g; $V_{benzen} = 314{,}98$ mL.

5. a) $m_s = 10$ g; $m_{NaCl} = 0{,}09$ g;

b) $m_s = 1250$ g soluție NaCl 9‰, $V_s = 1250$ mL soluție ser fiziologic;

nr. fiole = 125 fiole.

6. a) $V_{s_1} + V_{s_2} = V_s$; $m_{d_1} + m_{d_2} = m_d$;

$m_d = 1139{,}54$ g; $V_{s_1} = \dfrac{m_{d_1}}{M \cdot c_{M_1}}$; $V_{s_2} = \dfrac{m_{d_2} \cdot 100}{\rho_2 \cdot c_2\%} \cdot 10^{-3}$;;

$$\begin{cases} V_{s_1} + V_{s_2} = 2{,}38 \text{ L} \\ V_{s_1} \cdot M \cdot C_{M_1} + \rho_2 \cdot V_{s_2} \cdot c_2\% \cdot 10 = 1139{,}54 \text{ g;} \end{cases}$$

$V_{s_1} = 0{,}82$ L soluție H_2SO_4, 49%;

b) $m_{s_1} = 0{,}82 \text{ L} \cdot 1{,}049 \cdot 10^3$ g/L $= 860{,}18$ g soluție H_2SO_4 1 M.

$$\begin{cases} m_{s\ 98\%} + m_{apă} = 860{,}18 \text{ g} \\ m_{s\ 98\%} = m_{d_1} \cdot \dfrac{100}{98} \end{cases}$$

$m_{s\ 98\%} = 82$ g soluție 98%; mai trebuie adăugată apă: $m_{apă} = 778{,}18$ g;

$V_{s\ 98\%} = 44{,}565$ mL soluție H_2SO_4 98%;

c) $H_2SO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4 + 2H_2O$;

$m_{H_2SO_4\ neutralizat} = 113{,}954$ g $\Rightarrow$ $n_{H_2SO_4} = 1{,}1628$ moli; $n_{Ba(OH)_2} = 1{,}1628$ moli

$V_{Ba(OH)_2} = 0{,}58$ L soluție $Ba(OH)_2$ 2 *M*.

7. a) $m_{d\ MOH} = 5{,}6$ g; $M_{MOH} = 56$ g/mol $\Rightarrow$ KOH;

b) $n_{KOH} = 10^{-3}$ moli KOH;

$KOH + HCl \rightarrow KCl + H_2O$

$V_{HCl} = 4 \cdot 10^{-3}$ L = 4 mL soluție HCl 0,25 *M*;

c) $K + H_2O \rightarrow KOH + 1/2H_2$

$n = 0{,}0359$ moli de atomi de K;

$n = 0{,}0359$ moli de apă reacționată;

$n = 0{,}0359$ moli KOH format; $m_{apă\ din\ soluție} = 14 - 5{,}6 = 8{,}4$ g apă;

$m_{apă\ nereacționată} = 7{,}754$ g; $c\% = 49{,}53$ % soluție KOH.

8. a) $m_d = 472$ g H_2SO_4; $c\% = 15{,}73\%$;

b) $V_s = 2720$ mL; $c_M = 1{,}77$ *M*;

c) $n_{H_2SO_4\ probă} = 17{,}7 \cdot 10^{-3}$ moli;

$H_2SO_4 + Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbSO_4 + 2HNO_3$

$m_{s\ Pb(NO_3)_2} = 292{,}935$ g soluție $Pb(NO_3)_2$ 2%.

9. a)

H_2SO_4	+	2KOH	$\rightarrow$	K_2SO_4	+	$2H_2O$
a mmoli		2*a* mmoli		*a* mmoli		2*a* mmoli
H_3PO_4	+	3KOH	$\rightarrow$	K_3PO_4	+	$3H_2O$
b mmoli		3*b* mmoli		*b* mmoli		36 mmoli

$n_{KOH} = 80 \cdot 10^{-3}$ moli;

$$\begin{cases} 2a + 3b = 80 \text{ mmoli} \\ a \cdot 174 + b \cdot 212 = 5980 \text{ mg} \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{ll} b = 20 \text{ mmoli } H_3PO_4; & c_M = 4 \text{ moli/L}; \\ a = 10 \text{ mmoli } H_2SO_4; & c_M = 2 \text{ moli/L}; \end{array}$$

b) % $K_2SO_4 = 29$; % $K_3PO_4 = 71$;

c) $c_{M\ H_2SO_4} = 4$ *M*;

$c_{M\ H_3PO_4} = 8$ *M*.

10. a) $\left.\begin{array}{l} n_{NaOH} = 04 \text{ moli NaOH} \\ n_{HCl} = 0{,}3 \text{ moli HCl} \end{array}\right\} \Rightarrow$ exces 0,1 moli NaOH

$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

$x_{NaOH} = 0{,}00355$; $x_{NaCl} = 0{,}01067$; $x_{H_2O} = 0{,}98577$;

b) $c_{M\ NaCl} = 0{,}6$ *M*; $c_{M\ NaOH} = 0{,}2$ *M*.

c) $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$
0,1 moli 0,05 moli
$m_{s\ H_2SO_4} = 12,894$ g soluție H_2SO_4 38%; $V = 10$ mL soluție H_2SO_4 38%.

11. a) $m_{Cl^-} = 27,22$ g; $c_{Cl^-} = 27,22$ g/L; $c_{Cl^-} = 0,767$ moli/L;

b) $\underset{7,67\cdot10^{-3}}{Cl^-} + \underset{7,67\cdot10^{-3}}{AgNO_3} \rightarrow AgCl + NO_3^-$
$V_{s\ AgNO_3} = 76,7$ mL soluție $AgNO_3$ 0,1 *M*;

c) $c_{Na^+} = 14,94$ g/L; $c_{Na^+} = 0,65$ moli/L; $c_{K^+} = 0,507$ g/L; $c_{K^+} = 0,013$ moli/L;
$c_{Ca^{2+}} = 0,35$ g/L; $c_{Ca^{2+}} = 0,0088$ moli/L;
$c_{Mg^{2+}} = 4,26$ g/L; $c_{Mg^{2+}} = 0,1776$ moli/L;

d) $BaCl_2 + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 + 2Cl^-$
$c_{SO_4^{2-}} = 0,1338$ moli/L; $m_{BaCl_2} = 1,39$ g soluție $BaCl_2$ 20 %.

12. a) $m_{H_2SO_4\ fumans} = 47,25$ g; $m_{SO_3} = 9,45$ g; $n_{SO_3} = 0,118$ moli;
$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
$m_{apă\ reacționată} = 2,126$ g; $m_{H_2SO_4} = 11,56$ g; $c_M = 1$ *M* soluție H_2SO_4 obținută;

b) $c\%_{H_2SO_4} = \dfrac{m_{H_2SO_4\ total}}{m_{H_2SO_4\ fumans} + m_{apă}} \cdot 100$; $c\%_{H_2SO_4} = 9,4\%$ soluție H_2SO_4;

c) $2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$
$n_{H_2SO_4} = 0,5$ moli, deci $n_{NH_3} = 1$ mol; $m_{NH_3} = 113,33$ g soluție NH_3 15 %.

13. a) $\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + Ca(OH)_2 \rightarrow \left[\begin{matrix} COO^- \\ | \\ COO^- \end{matrix} \right] Ca^{2+} + 2H_2O$

$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$
$n_{KMnO_4} = 7,2\cdot10^{-5}$ moli $KMnO_4$; $n_{H_2C_2O_4\ introdus} = 0,5 \cdot 10^{-3}$ moli;
$n_{H_2C_2O_4\ reacționat\ cu\ Ca(OH)_2} = 32\cdot10^{-5}$ moli; $n_{Ca(OH)_2} = 32\cdot10^{-5}$ moli;
$c_{M\ Ca(OH)_2} = 16 \cdot 10^{-2}$ *M*;

b) $n_{Ca(OH)_2\ în\ soluția\ inițială} = 8\cdot10^{-3}$ moli; $n_{Ca(OH)_2\ după\ folosirea\ probei} = 7,68\cdot10^{-3}$ moli;

$$c_M = \frac{768\cdot10^{-5}}{50\cdot10^{-3}} = 15,36 \cdot 10^{-2}\ M.$$

14. a) $(159,5 + 5 \cdot 18)$ g cristalohidrat.....159,5 g $CuSO_4$ anhidru
3,125 g..... *x*
$x = 2$ g $CuSO_4$ anhidru; $c_M = 0,125$ M;

b) $CuSO_4 + 6NH_3 + 2H_2O \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$

$n_{\text{r. Schweitzer}} = 0{,}125 \cdot 10^{-2}$ moli; $m_{\text{r. Schweitzer}} = 206{,}875$ mg;

$n_{NH_3} = 0{,}75 \cdot 10^{-2}$ moli;

c) $n_{NH_3 \text{ introdus}} = 1{,}125 \cdot 10^{-2}$ moli; $V_{s\,NH_3} = 0{,}075$ L;

$V_{s\,NH_3} = 75$ mL soluție NH_3 0,15 *M*.

15. $m_{zahăr} = 375$ g; $m_{apă} = 1125$ g; $m_{sfeclă} = 6944{,}44$ g; $m_{sfeclă} = 6{,}944$ kg.

16. a) $n_{AlCl_3} = 3 \cdot 10^{-3}$ moli;

$AlCl_3 + 3NaOH \rightarrow Al(OH)_3 + 3\,NaCl$

$n_{NaOH} = 9 \cdot 10^{-3}$ moli; $V = 9 \cdot 10^{-3}$ L = 9 mL soluție NaOH 1 *M*; $m_{Al(OH)_3} = 234$ mg;

b) $AlCl_3 + 4NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4] + 3NaCl$

$n_{NaOH} = 12 \cdot 10^{-3}$ moli; $V = 12$ mL soluție NaOH 1 *M*;

c) $n_{Na^+} = 12 \cdot 10^{-3}$ moli; $c_{Na^+} = 0{,}54$ moli/L.

17. a) $(111 + 6 \cdot 18)$ g $CaCl_2 \cdot 6\,H_2O$ ..... 111 g CaCL, anhidră

5,475 g ..... *x*

$x = 2{,}775$ g $CaCl_2$ anhidră; $c_M = 0{,}5$ *M* soluție $CaCl_2$;

$(130 + 6 \cdot 18)$ g $CoCl_2 \cdot 6\,H_2O$ ..... 130 g $CoCl_2$ anhidră

5,475 g ..... *y*

$y = 3$ g $CoCl_2$ anhidră; $c_M = 0{,}46$ *M* soluție $CoCl_2$;

b) $\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + CaCl_2 \rightarrow \left[\begin{matrix} COO^- \\ | \\ COO^- \end{matrix} \right] Ca^{2+} + 2HCl$

$n_{H_2C_2O_4} = 0{,}005$ moli; $c_M = 2$ *M* soluție acid oxalic;

c) $m_{Cl^-} = \frac{2{,}775}{111} \cdot 2 \cdot 35{,}5 + \frac{3}{130} \cdot 2 \cdot 35{,}5 = 3{,}408$ g;

$c_{Cl^-} = 0{,}34$ g/L; $c_{Cl^-} = 0{,}0096$ moli/L.

18. $n_{NaCl} = 0{,}075$ moli; $V_s = 0{,}09375$ L; $V_s = 93{,}75$ mL soluție NaCl 0,8 *M*;

$V_{\text{apă distilată}} = 28{,}75$ mL; $m_{\text{apă distilată}} = 28{,}75$ g.

19. a) $c_M = \frac{c\% \cdot \rho_s}{100 \cdot M}$; $c_M = 9{,}9$ *M* soluție NaOH

b) 1 L soluție ..... 9,9 moli NaOH

0,1 L ..... $x = 0{,}99$ moli NaOH

$V_{s\,\text{diluată}} = 0{,}33$ L; $V_{\text{apă distilată}} = V_{s\,\text{diluată}} - V_{s\,\text{concentrat}}$; $V_{\text{apă distilată}} = 230{,}5$ mL;

c) $m_d = 39{,}66$ g NaOH în soluția inițială;

$m_{d\,\text{în soluția concentrată}} = (39{,}66 + x)$ g NaOH

$m_s = 39{,}66 + x + m_{\text{apă din soluția inițială}}$; $m_s = x + m_{s\ \text{inițială}}$

$m_s = x + 100 \cdot 1{,}322 = (x + 132{,}2)$ g de soluție concentrată

$$56 = \frac{39{,}66 + x}{132{,}2 + x} \cdot 100;$$

$x = 78{,}118$ g NaOH solid mai trebuie adăugat pentru a concentra soluția.

20. a) $m_s = 1000$ g soluție $Al_2(SO_4)_3$ de concentrație 17,1 %;

$m_{\text{apă cristalohidrat}} = 162$ g apă de cristalizare;

$n_{\text{apă}} = 9$ moli H_2O conținută de 0,5 moli cristalohidrat

$\Rightarrow Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$;

b) $Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3Na_2SO_4$

$n_{NaOH} = 3$ moli; $V_s = 1$ L soluție NaOH 3 *M*;

c) $m_s = 427{,}5$ g soluție $Al_2(SO_4)_3$, 40 %;

$m_{\text{apă dizolvare}} = 94{,}5$ g apă, $V_{\text{apă}} = 94{,}5$ mL.

21. a) $m_d = 75$ g $CuSO_4$; $n_{CuSO_4} = 0{,}47$ moli; $n_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = 117{,}32$ g cristalohidrat;

b) $CuSO_4 + 6NH_3 + 2H_2O \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$

$n_{NH_3} = 2{,}82$ moli; $m_s = 282$ g soluție amoniac 17 %;

c) $n_{SO_4^{2-}} = 0{,}47$ moli; $m_{BaCl_2} = 0{,}4$ g; $m_{BaCl_2} = 0{,}001923$ moli;

$SO_4^{2-} + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2Cl^-$

$n_{SO_4^{2-}\ \text{precipitați}} = 0{,}001923$ moli;

rămân neprecipitați $0{,}47 - 0{,}001923 = 0{,}468$ moli.

22. a) 0,45 L soluție NaOH 2 *M*; 0,45 L soluție NaOH 1 *M*;

b) $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$n_{H_2SO_4} = 3{,}15$ moli; $V_{s\ H_2SO_4} = 1{,}5$ L.

23. a) $c_{SO_4^{2-}} = 0{,}023$ moli/L; $n_{SO_4^{2-}}$ din probă $= 0{,}46 \cdot 10^{-3}$ moli;

$SO_4^{2-} + Ba(NO_3)_2 \rightarrow BaSO_4 + 2NO_3^-$

$n_{Ba(NO_3)_2} = 0{,}46 \cdot 10^{-3}$ moli; $m_{s\ Ba(NO_3)_2} = 0{,}6$ g soluție $Ba(NO_3)_2$ 20%.

b) $c_{Cl^-} = 0{,}529$ moli/L; n_{Cl^-} din probă $= 0{,}01058$ moli

$Cl^- + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NO_3^-$

$V_{s\ AgNO_3} = 5{,}29$ mL soluție $AgNO_3$ 2 *M*.

24. a) x moli $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

y moli $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

$m_{MgSO_4} = 30$ g; $x = 0{,}25$ moli $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; raport masic = 0,477;

$y = 0{,}4$ moli $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$;

% $MgSO_4 \cdot 7H_2O = 32{,}32$; % $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O = 67{,}68$;

b) $c\%_{Na_2SO_4} = 11{,}36\ \%$;

c) $m_{săruri\ anhidre} = 86{,}8$ g.

25. a) $c_{sol.\ fin.} = 15{,}46\%$; b) $c_{M\ sol.\ fin.} = 4{,}436\ M$.

26. a) $2NaOH + Cl_2 \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$

$n_{Cl_2} = 0{,}5$ moli; $n_{HNO_3} = 3$ moli;

$NaOH + HNO_3 \rightarrow NaNO_3 + H_2O$

$n_{NaOH} = n_{NaOH\ reacționat\ cu\ Cl_2}$; $n_{NaOH\ neutralizat}$; $n_{NaOH} = 4$ moli,

300 g soluție NaOH 30%; 200 g soluție NaOH 35%.

27. $m_{d_1} = m_{s_1} \cdot \frac{36}{100}$; $m_{d_2} = m_{s_2} \cdot \frac{48}{100}$; $m_{d_1} + m_{d_2} = (m_{s_1} + m_{s_2}) \cdot \frac{42}{100}$; $\frac{m_{s_1}}{m_{s_2}} = 1$.

28. a) $\underset{2a}{2NaOH} + \underset{a}{SO_3} \rightarrow \underset{a}{Na_2SO_4} + \underset{a\ moli}{H_2O}$

$\underset{2b}{2NaOH} + \underset{b}{H_2SO_4} \rightarrow \underset{b}{Na_2SO_4} + \underset{2b\ moli}{2H_2O}$

$$\begin{cases} 80a + 98b = 43{,}3265 \\ 48{,}865 = \dfrac{(a+b)\cdot 142}{143{,}3265} \cdot 100 \end{cases} \quad \begin{cases} a = 0{,}278 \text{ moli} \\ b = 0{,}215 \text{ moli}, \ c\% = 39{,}45\ \% \text{ soluție NaOH;} \end{cases}$$

b) 43,3265 g oleum ..... $0{,}278 \cdot 80$ g SO_3

100 g ..... x g SO_3

$x = 51{,}33\ \%\ SO_3$ dizolvat în oleum;

c) Soluție NaOH $\begin{cases} 39{,}45 \text{ g NaOH} \rightarrow 0{,}9868 \text{ moli NaOH} \\ 60{,}55 \text{ g } H_2O \rightarrow 3{,}36 \text{ moli } H_2O \end{cases}$

$x_{NaOH} = 0{,}226$; $x_{H_2O} = 0{,}774$; oleum $\begin{cases} 0{,}278 \text{ moli } SO_3 \\ 0{,}215 \text{ moli } H_2SO_4 \end{cases}$

$x_{SO_3} = 0{,}564$; $x_{H_2SO_4} = 0{,}436$.

29. a) $m_{d\ H_2SO_4} = 539$ g H_2SO_4 soluție finală; $m_{apă} = 550 - 539 = 11$ g apă.

În soluția de concentrație 80 %: $m_{d_1} = m_{s_1} \cdot \frac{80}{100}$; $m_{apă} = m_{s_1} \cdot \frac{20}{100}$.

În oleum: $m_{SO_3} = m_{oleum} \cdot \frac{25}{100}$; $m_{H_2SO_4} = m_{oleum} \cdot \frac{75}{100}$;

$$\underset{\frac{0,25m_{oleum}}{80}}{SO_3} + \underset{\frac{0,25m_{oleum}}{80}}{H_2O} \rightarrow \underset{\frac{0,25m_{oleum}}{80}\ kmoli}{H_2SO_4}$$

$V_s = 96{,}27$ L soluție H_2SO_4 80 %; $V_{oleum} = 203{,}33$ L oleum cu 25 % SO_3.

b) În soluția finală: $m_{SO_3} = 61{,}32$ kg SO_3; $m_{H_2SO_4} = 814{,}68$ kg H_2SO_4.

În soluția de concentrație 80%: $m_{d_1} = \rho_1 \cdot V_{s_1} \cdot \frac{80}{100}$; $m_{apă} = \rho_1 \cdot V_{s_1} \cdot \frac{20}{100}$.

În oleumul inițial: $m_{SO_3} = m_{oleum} \cdot \frac{25}{100} = \rho_2 \cdot V_2 \cdot \frac{25}{100}$;

$m_{H_2SO_4} = m_{oleum} \cdot \frac{75}{100} = \rho_2 \cdot V_2 \cdot \frac{75}{100}$;

În această situație, apa din soluție reacționează total cu o parte din SO_3 din oleumul cu 25 % SO_3.

$$\underset{\frac{0,25 \cdot \rho_1 \cdot V_{s_1}}{18}}{SO_3} + \underset{\frac{0,25 \cdot \rho_1 \cdot V_{s_1}}{18}}{H_2O} \rightarrow \underset{\frac{0,25 \cdot \rho_1 \cdot V_{s_1}}{18}\ \text{kmoli}}{H_2SO_4}$$

$$\begin{cases} m_{SO_3\ \text{final}} = m_{SO_3\ \text{inițial}} - m_{SO_3\ \text{reacționat}} \\ m_{H_2SO_4\ \text{final}} = m_{H_2SO_4\ \text{format din}\ SO_3} + m_{H_2SO_4\ \text{din oleum}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 61{,}32 = 1{,}9 \cdot V_2 \cdot 0{,}25 - \frac{0{,}2 \cdot 1{,}7 \cdot V_{s_1}}{18} \cdot 80 \\ 814{,}68 = 0{,}8 \cdot 1{,}7 \cdot V_{s_1} - \frac{0{,}2 \cdot 1{,}7 \cdot V_{s_1}}{18} \cdot 98 + 1{,}9 \cdot V_2 \cdot 0{,}75 \end{cases}$$

$V_{s_1} = 81{,}44$ L soluție H_2SO_4 80 %; $V_{oleum} = 388{,}18$ L oleum cu 25 % SO_3.

c) În soluția finală: $\begin{cases} m_{H_2SO_4} = 355{,}25 \text{ kg} \\ m_{apă} = 4369{,}75 \text{ kg} \end{cases}$

$V_{s\ H_2SO_4\ 49\%} = 1007{,}75$ L.

În acest caz, întreaga cantitate de SO_3 reacționează cu apa, iar apa este în exces, deoarece trebuie să se mai adauge pentru diluarea soluției o cantitate x (kg).

$$\underset{\frac{0,25\rho_2 V_2}{80}}{SO_3} + \underset{\frac{0,25\rho_2 V_2}{80}}{H_2O} \rightarrow \underset{\frac{0,25\rho_2 V_2}{80}\ \text{kmoli}}{H_2SO_4}$$

$m_{H_2SO_4} = m_{d_1} + m_{H_2SO_4\ \text{din oleum}} + m_{H_2SO_4\ \text{rezultat din}\ SO_3}$

$m_{apă\ f.} = m_{apă\ i.} - m_{apă\ \text{reacționată}}$; $m_{s\ f.} = m_{s_1} + m_{oleum} + x$;

$$\begin{cases} 355{,}25 = 1{,}7 \cdot V_{s_1} \cdot 0{,}8 + 1{,}9 \cdot V_2 \cdot 0{,}75 + \frac{0{,}25 \cdot 1{,}9 \cdot V_2}{80} \cdot 98 \\ 369{,}75 = 1{,}7 \cdot 0{,}2 \cdot V_{s_1} - \frac{0{,}25 \cdot 1{,}9 \cdot V_2}{80} \cdot 18 + x \\ 558{,}55 = V_{s_1} + V_2 + x \end{cases}$$

$V_{s_1} = 78$ L soluție H_2SO_4 80 %; $V_{oleum} = 124{,}14$ L; $V_{apă} = 356{,}48$ L.

30. a) $\underset{2a}{2NO_2} + \underset{2a}{2NaOH} \rightarrow \underset{a}{NaNO_3} + \underset{a}{NaNO_2} + \underset{a}{H_2O}$

$m_{NaOH} = 125$ g $\Rightarrow n_{NaOH} = 3{,}125$ moli;

$\frac{m_{săruri}}{m_{soluție}} = \frac{77}{246}$; $\frac{m_{NaNO_3} + m_{NaNO_2}}{m_{s\ NaOH} + m_{NO_2}} = \frac{77}{246}$;

$\frac{85a + 69a}{500 + 2a \cdot 46} = \frac{77}{246} \Rightarrow a = 1{,}25$ moli; NaOH este, deci, în exces.

$c\%_{NaNO_3} = 17{,}27$ % soluție $NaNO_3$; $c\%_{NaNO_2} = 14{,}02$ % soluție $NaNO_2$;

b) $V = 24{,}6$ L NO_2 în condițiile problemei.

31. a) $\underset{a\ kmoli}{NaHCO_3} + \underset{a\ kmoli}{HCl} \rightarrow \underset{a\ kmoli}{NaCl} + \underset{a\ kmoli}{CO_2\uparrow} + \underset{a\ kmoli}{H_2O}$

$m_{s\ NaHCO_3} = 4{,}232$ kg soluție $NaHCO_3$; $m_{s\ finală} = m_{s\ NaHCO_3} + m_{s\ HCl} + m_{CO_2}$

Considerăm x kmoli HCl nereacționat (în exces).

$100 = (a + x) \cdot 36{,}5 \cdot \frac{100}{20} = 182{,}5(a + x)$ kg $\Rightarrow$

$\Rightarrow m_{s\ finală} = 4{,}232 + 182{,}5(a + x) - 44a$;

$m_{s\ finală} = x \cdot 36{,}5 \cdot \frac{100}{7}$;

$a = 5{,}9375 \cdot 10^{-3}$ kmoli; $m_{s\ finală} = 7{,}775$ kg soluție care conține 7 % HCl;

b) $c\%_{NaCl} = 4{,}466\%$.

32. a) Dacă $c_1 = c_2$ și $m_{s_1} = m_{s_2} \Rightarrow m_{d_1} = m_{d_2}$;

$\left.\begin{matrix} x \text{ moli NaOH} \\ y \text{ moli HCl} \end{matrix}\right\} \Rightarrow x \cdot 40 = 36{,}5y$, deci, HCl este în exces.

$\underset{x\ moli}{NaOH} + \underset{x\ moli}{HCl} \rightarrow \underset{x\ moli}{NaCl} + \underset{x\ moli}{H_2O}$

$c\%_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{m_{s_1} + m_{s_2}} \cdot 100$, dar $m_{s_1} = 40x \cdot \frac{100}{c}$ și $m_{s_2} = 36{,}5y \cdot \frac{100}{c}$;

$29{,}25 = \frac{58{,}5x}{40 \cdot x \cdot \frac{100}{c} + 36{,}5 \cdot y \cdot \frac{100}{c}} \cdot 100$; $c = 40$ %;

b) $c\%_{HCl\ în\ soluția\ finală} = \frac{(y - x)36{,}5}{40 \cdot x \cdot \frac{100}{c} + 36{,}5 \cdot y \cdot \frac{100}{c}} \cdot 100 \Rightarrow c\%_{HCl} = 1{,}75$ %.

33. a) $n_{BaCO_3} = 0{,}2$ moli;

$BaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + H_2O + CO_2$

$m_{BaCO_3} = 46{,}6$ g; $\eta = 98{,}7$ %;

b) $m_{H_2SO_4\ reacționat} = 19,6$ g; $m_{H_2SO_4\ din\ soluția\ inițială} = 160$ g;

$m_{H_2O\ inițială} = 640$ g; $m_{H_2SO_4\ nereacționat} = 140,4$ g;

$$c\%_{H_2SO_4\ rezidual} = \frac{m_{H_2SO_4\ nereacționat}}{m_{H_2SO_4\ nereacționat} + m_{apă\ inițială} + m_{apă\ reacție}} \cdot 100$$

$c\%_{H_2SO_4\ rezidual} = 17,9\%$;

34. $m_{AgNO_3} = 6,8$ g; $n_{AgNO_3} = 0,4$ moli $AgNO_3$;

$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl + HNO_3$

$n_{HCl} = 0,04$ moli $\Rightarrow m_{HCl} = 1,46$; $m_{H_2SO_4} = 2,94$ g $\Rightarrow n_{H_2SO_4} = 0,03$ moli;

$$\underset{0,04\ moli}{NaOH} + \underset{0,04\ moli}{HCl} \rightarrow NaCl + H_2O$$

$$\underset{0,06\ moli}{2NaOH} + \underset{0,03\ moli}{H_2SO_4} \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$n_{NaOH} = 0,1$ moli, $m_{s\ NaOH} = 20$ g soluție NaOH 20 %.

35. a) $m_{s\ 38\%} = 2,58$ kg soluție H_2SO_4 38%; $m_d = 0,98$ kg H_2SO_4;

$m_{s\ 98\%} = 1$ kg soluție H_2SO_4 98%; $V_{s\ 98\%} = 0,543$ L soluție H_2SO_4 98%;

b) $m_{apă} = m_{s\ 38\%} - m_{s\ 98\%}$; $m_{apă} = 1,58$ kg H_2O;

c) $c\% = 47,115$ %.

36. a) $m_{ZnCl_2} = 15$ kg $ZnCl_2 \Rightarrow m_{ZnCl_2} = 110,29$ moli;

$Zn + 2HCl_2 \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

$m_{Zn} = 7169$ g; $m_{Zn} = 7,169$ kg;

b) $n_{HCl} = 220,58$ moli; $V_t = 2205,8$ L soluție HCl 0,1 *M*;

c) se scot 2/3 părți din soluția de concentrație 30 % și se înlocuiesc cu apă;

$m_{apă\ adăugată} = 33,33$ kg.

37. a) (152 + 7 · 18) g cristalohidrat.....152 g sare anhidră

5,56 g .....*x*

$x = 3,04$ g $FeSO_4$

$m_{apă\ cristalohidrat} = 2,52$ g; $m_s = 200$ g soluție $FeSO_4$; $c\% = 1,52$ %;

b) 200 g soluție.....3,04 g $FeSO_4$

60 g soluție .....*x*

$x = 0,912$ g $FeSO_4 \Rightarrow n_{FeSO_4} = 0,006$ moli;

$FeSO_4 + 2KOH \rightarrow Fe(OH)_2 + K_2SO_4$

$m_{Fe(OH)_2} = 0,54$ g.

38. $\frac{V_{s_1}}{V_{s_2}} = \frac{\rho_2(c_2 - c_f)}{\rho_1(c_f - c_1)} = 4,2.$

Capitolul

5. ECHILIBRE CHIMICE

Breviar

Legea acțiunii maselor (legea Guldberg-Waage) descrie pentru toate reacțiile chimice starea de echilibru caracterizată de constanta de echilibru.

Pentru o reacție de tipul:

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD,$$

expresia constantei de echilibru în funcție de concentrație este: $K_c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$.

În cazul în care în reacție intervin gaze (reactanți sau/și produși de reacție), constanta de echilibru se poate exprima și în funcție de presiunea parțială ale gazelor, la echilibru:

$$K_p = \frac{p_C^c \cdot p_D^d}{p_A^a \cdot p_B^b}.$$

De asemenea se poate exprima constanta de echilibru în funcție de fracții molare:

$$K_x = \frac{x_C^c \cdot x_D^d}{x_A^a \cdot x_B^b},$$

unde: $x_A = \frac{a}{a+b+c+d}$.

Relația dintre cele trei tipuri de constante de echilibru este:

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} = K_x \cdot (p)^{\Delta n}.$$

Raportul concentrațiilor inițiale, Q (Reaction Quotient) indică în ce sens se va deplasa reacția pentru a atinge echilibrul chimic.

$$Q = \frac{[C]_0^c \cdot [D]_0^d}{[A]_0^a \cdot [B]_0^b}.$$

Pentru a cunoaşte sensul în care se va deplasa o reacție pentru a atinge echilibrul, trebuie să se compare valoarea constantei de echilibru K_c, cu valoarea lui Q. Există trei situații:

1. $Q = K_c$, sistemul este la echilibru şi nu au loc deplasări.

2. $Q > K_c$, raportul dintre concentrațiile inițiale ale produşilor de reacție şi concentrațiile inițiale ale reactanților este foarte mare.

Pentru a se atinge echilibrul trebuie să aibă loc o transformare a produşilor de reacție în reactanți, deci echilibrul se deplasează de la dreapta la stânga până la atingerea stării de echilibru.

3. $Q < K_c$, raportul dintre concentrațiile inițiale ale produşilor de reacții şi concentrațiile inițiale ale reactanților este foarte mic. Pentru a se atinge echilibrul trebuie să aibă loc o transformare a reactanților în produşi de reacție, deci echilibrul se va deplasa de la stânga spre dreapta până la atingerea stării de echilibru.

Majoritatea proceselor chimice care au loc în soluție apoasă se poate încadra în categoria proceselor de echilibru.

Sistemele omogene în fază lichidă pot prezenta caracter acid, neutru sau bazic în funcție de concentrația ionilor H_3O^+ şi HO^-.

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HO^-$$

În apă pură:

$$[H_3O^+] = [HO] = 10^{-7} \text{ moli/L}.$$

$$K_w = [H_3O^+] \cdot [HO] = 10^{-14} \text{ moli/L}^2,$$

unde K_w este produsul ionic al apei.

$$p\text{H} = -\lg[H_3O^+]; \; p\text{OH} = -\lg[HO^-] \Rightarrow p\text{H} + p\text{OH} = 14.$$

Acizii şi bazele prin disociere în soluție apoasă formează cupluri *acid-bază conjugată:*

$$\underset{\text{acid}}{HA} + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{bază conjugată}}{A^-} + H_3O^+$$

$$K_a = \frac{[A^-] \cdot [H_3O]^+}{[HA]} \Rightarrow \left[H_3O^+\right] = K_a \cdot \frac{[HA]}{[A^-]}, \quad K_a = \text{constanta de aciditate.}$$

Calcularea *p*H-ului soluțiilor de electroliți;

1. *p*H-ul soluțiilor acizilor slabi:

$$p\text{H} = \frac{1}{2} pK_a + \frac{1}{2} \lg \frac{1}{c_{\text{acid}}}.$$

2. *p*H-ul soluțiilor bazelor slabe:

$$pH = 7 + \frac{pK_{a\ bază}}{2} + \frac{1}{2}\lg c_{bază}\ ;\ pK_a + pK_b = 14 \Rightarrow pH = 14 - \frac{pK_b}{2} + \frac{1}{2}\lg c_{bază}\ ;$$

3. *p*H-ul sărurilor hidrolizabile:

a) săruri provenite din A.T. + B.S.:

$$pH = \frac{pK_a}{2} - \frac{1}{2}\lg c_{sare}\ ; \quad pH = 7 - \frac{pK_b}{2} - \frac{1}{2}\lg c_{sare}$$

b) săruri provenite din A.S. + B.T.:

$$pH = 7 + \frac{pK_a}{2} + \frac{1}{2}\lg c_{sare}$$

c) săruri provenite din A.S. + B.S.:

$$pH = 7 - \frac{pK_b}{2} + \frac{pK_a}{2}$$

d) săruri acide:

$$pH = \frac{pK_{a_1} + pK_{a_2}}{2}$$

4. *p*H-ul soluțiilor tampon:

a) acid slab și sarea acidului ($CH_3COOH + CH_3COONa$):

$$pH = pK_a + \frac{1}{2}\lg\frac{c_{sare}}{c_{acid}}$$

b) bază slabă și sarea bazei ($NH_3 + NH_4Cl$);

$$pH = 14 - pK_b + \frac{1}{2}\lg\frac{c_{bază}}{c_{sare}}$$

Legea diluției infinite (Oswald):

$$K_a = \frac{\alpha^2 \cdot c}{1-\alpha}\ ; \quad \alpha = \text{coeficient de disociere.}$$

Probleme

1. Reacția următoare:

$$CO\ (g) + H_2O\ (g) \rightleftharpoons CO_2\ (g) + H_2\ (g)$$

este utilizată la producerea industrială a hidrogenului. Arată în ce sens se deplasează echilibrul în următoarele condiții:

a) se elimină CO_2 din sistem;

b) se adaugă vapori de apă;
c) se creşte presiunea, prin adăugarea de heliu.

2. Cum se deplasează echilibrul în cazul reacției:

$$2SO_3\,(g) \rightleftharpoons 2SO_2\,(g) + O_2\,(g)$$

dacă:

a) se adaugă oxigen gazos;
b) se creşte presiunea prin comprimarea volumului recipientului;
c) se creşte presiunea prin adăugarea de argon;
d) se elimină dioxid de sulf gazos.

3. Pentru a prognoza căderea ploii se utilizează dispozitive care conțin $CoCl_2\,(s)$ şi a căror funcționare este controlată de echilibrul:

$$\underset{\text{violet}}{CoCl_2\,(s)} + 6H_2O\,(g) \rightleftharpoons \underset{\text{roz}}{CoCl_2 \cdot 6H_2O\,(s)}$$

Când venirea ploii este iminentă, care va fi culoarea clorurii de cobalt din dispozitiv ?

4. Scrie expresia matematică a constantei de echilibru în funcție de concentrație şi în funcție de presiune pentru următoarele reacții chimice:

a) $N_2O_4\,(g) \rightleftharpoons 2NO_2\,(g)$
b) $4NH_3\,(g) + 7O_2\,(g) \rightleftharpoons 4NO_2\,(g) + 6H_2O\,(g)$
c) $2CO\,(g) + O_2\,(g) \rightleftharpoons 2CO_2\,(g)$
d) $2H_2S\,(g) + 3O_2\,(g) \rightleftharpoons 2H_2O\,(g) + 2SO_2\,(g)$

5. Un amestec de gaze NOCl, Cl_2 şi NO se află într-o stare de echilibru. Concentrațiile de echilibru sunt: $[NO] = 1{,}84\frac{mol}{L}$, $[NOCl] = 2{,}62\frac{mol}{L}$ şi $[Cl_2] = 0{,}20\frac{mol}{L}$. Care este valoarea constantei de echilibru a reacției $2NOCl\,(g) \rightleftharpoons 2NO\,(g) + Cl_2\,(g)$, la temperatura de 25°C ?

6. În procedeul Haber, prin care se sintetizează amoniacul, concentrațiile la echilibru ale substanțelor la temperatura de 127°C, sunt următoarele:

$$[NH_3] = 3{,}1 \cdot 10^{-2}\ mol/L;$$
$$[N_2] = 8{,}5 \cdot 10^{-1}\ mol/L;$$
$$[H_2] = 3{,}1 \cdot 10^{-3}\ mol/L.$$

a) Calculează valoarea constantei de echilibru K_c pentru această reacție, la 127°C.
b) Calculează valoarea constantei de echilibru pentru următoarea reacție:

$$2NH_3\,(g) \rightleftharpoons N_2\,(g) + 3H_2\,(g),\ \text{la } 127°C.$$

c) Calculează valoarea constantei de echilibru la 127°C pentru reacția reprezentată prin următoarea ecuație:

$$\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g).$$

7. În două experimente s-a studiat echilibrul obținerii trioxidului de sulf prin oxidarea dioxidului de sulf, la 600°C. S-au obținut următoarele date experimentale:

Experiment 1		**Experiment 2**	
Concentrație inițială	Concentrație la echilibru	Concentrație inițială	Concentrație la echilibru
$[SO_2]_0 = 2{,}00\frac{mol}{L}$	$[SO_2] = 1{,}50\frac{mol}{L}$	$[SO_2]_0 = 0{,}500\frac{mol}{L}$	$[SO_2] = 0{,}590\frac{mol}{L}$
$[O_2]_0 = 1{,}50\frac{mol}{L}$	$[O_2] = 1{,}25\frac{mol}{L}$	$[O_2]_0 = 0$	$[O_2] = 0{,}045\frac{mol}{L}$
$[SO_3]_0 = 3{,}00\frac{mol}{L}$	$[SO_3] = 3{,}50\frac{mol}{L}$	$[SO_3]_0 = 0{,}350\frac{mol}{L}$	$[SO_3] = 0{,}260\frac{mol}{L}$

Calculează constantele de echilibru pentru cele două experimente și compară-le.

8. Constanta de echilibru pentru reacția de ozonizare a oxigenului:

$$\frac{3}{2}O_2(g) \rightleftharpoons O_3(g),$$

este $K_c = 2{,}5 \cdot 10^{-29}\left(\frac{L}{mol}\right)^{1/2}$.

a) Calculează valoarea K_c' când ecuația reacției este scrisă sub forma:

$$3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g).$$

b) Calculează valoarea K_c'' pentru reacția de descompunere a ozonului în oxigen:

$$2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g).$$

9. Pentru reacția de sinteză a clorurii de nitrozil, la 25°C:

$$2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)$$

s-au găsit experimentul următoarele valori ale presiunilor de echilibru:

$$p_{NOCl} = 121{,}6 \text{ kPa}; \quad p_{NO} = 5{,}1 \text{ kPa}; \quad p_{Cl_2} = 30{,}4 \text{ kPa}$$

a) Calculează valoarea constantei K_p pentru această reacție la 25°C.

b) Calculează valoarea constantei K_c la 25°C, utilizând valoarea constantei K_p, de la punctul a).

10. Scrie expresiile constantelor de echilibru K_c și K_p pentru următoarele reacții:

a) Descompunerea pentaclorurii de fosfor solide în triclorură de fosfor lichidă și clor gazos;

b) Transformarea prin încălzire a sulfatului de cupru pentahidratat (un solid albastru-verzui), în sulfat de cupru anhidru (un solid alb) și în vapori de apă.

11. Unul dintre combustibilii utilizați de modulul lunar al misiunii Apollo (NASA) a fost tetraoxidul de diazot lichid, N_2O_4. Acest combustibil, sub formă gazoasă, este descompus în dioxid de azot gazos, conform ecuației reacției:

$$N_2O_4\,(g) \rightleftharpoons 2NO_2\,(g)$$

Se introduce N_2O_4 (g) într-un balon și după atingerea echilibrului la o temperatură la care K_p = 13,5 kPa, presiunea de echilibru a N_2O_4 (g) este $p_{N_2O_4}$ = 275 kPa. Calculează presiunea de echilibru a NO_2 (g).

12. La o anumită temperatură, într-un balon de 1,00 L, se află inițial 0,298 moli de PCl_3 (g) și $8{,}7\cdot10^{-3}$ moli de PCl_5 (g). La echilibru se regăsesc $2{,}00\cdot10^{-3}$ moli Cl_2. Pentaclorura de fosfor gazoasă se descompune conform ecuației:

$$PCl_5\,(g) \rightleftharpoons PCl_3\,(g) + Cl_2\,(g)$$

Calculează concentrațiile la echilibru ale tuturor constituenților și valoarea constantei de echilibru în funcție de concentrație, K_c.

13. Monoxidul de carbon reacționează cu vaporii de apă și se obține dioxid de carbon și hidrogen. La 700 K, constanta de echilibru este K_c = 5,10. Determină concentrațiile la echilibru ale tuturor speciilor din amestec într-un balon de 1,0 L, dacă inițial se introduce 1 mol din fiecare compus.

14. Constanta de echilibru a reacției de sinteză a acidului fluorhidric gazos plecând de la hidrogen și fluor este $K_c = 1{,}15\cdot10^2$, la o anumită temperatură.

În cursul unei experiențe se adaugă câte 3,00 moli din fiecare constituent într-un balon cu volumul de 1,500 L. Calculează concentrațiile la echilibru pentru toți constituenții.

15. La 600°C, un amestec gazos format din CO și Cl_2 are concentrațiile de echilibru $[CO] = 0{,}25\dfrac{\text{moli}}{\text{L}}$, respectiv $[Cl_2] = 0{,}15\dfrac{\text{mol}}{\text{L}}$. Știind că inițial cele două gaze introduse în recipient aveau concentrațiile $[CO]_0 = 0{,}79\dfrac{\text{mol}}{\text{L}}$, respectiv $[Cl_2]_0 = 0{,}69\dfrac{\text{mol}}{\text{L}}$, calculează constanta de echilibru a reacției:

$$CO\,(g) + Cl_2\,(g) \rightleftharpoons COCl_2\,(g)$$

16. Pentru reacția $2NH_3\,(g) \rightleftharpoons N_2\,(g) + 3H_2\,(g)$, la temperatura de 127°C, constanta de echilibru este $K_c = 2{,}6\cdot10^{-5}\dfrac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$. Calculează constanta de echilibru în funcție de presiune K_p ($R = 8{,}31\dfrac{\text{kPa}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$).

17. Pentru reacția: $2SO_2\,(g) + O_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,SO_3\,(g)$, la temperatura $T = 1000$ K, constanta de echilibru, $K_c = 278\frac{L}{mol}$. Calculează valorile constantelor de echilibru, K_c, pentru următoarele reacții, la $T = 1000°C$:

a) $SO_2\,(g) + \frac{1}{2}\,O_2\,(g) \rightleftharpoons SO_3\,(g)$

b) $2SO_3\,(g) \rightleftharpoons 2SO_2\,(g) + O_2\,(g)$

c) $SO_3\,(g) \rightleftharpoons SO_2\,(g) + 1/2O_2\,(g)$

d) $4SO_2\,(g) + 2O_2\,(g) \rightleftharpoons 4SO_3\,(g)$

18. La 427°C, un balon de 1,0 L conține la echilibru 20,0 moli de H_2, 18,0 moli CO_2, 12,0 moli H_2O și 5,9 moli de CO. Calculează valoarea constantei de echilibru, K_c pentru reacția:

$$CO_2\,(g) + H_2\,(g) \rightleftharpoons CO\,(g) + H_2O\,(g).$$

19. Se umple un balon de 2,0 L cu 2,0 moli de SO_2 (g) și 2,0 moli NO_2 (g), apoi se încălzește. La echilibru, se constată că balonul conține 1,3 moli NO (g). Dacă în aceste condiții are loc următoarea reacție:

$$SO_2\,(g) + NO_2\,(g) \rightleftharpoons SO_3\,(g) + NO\,(g)$$

calculează valoarea constantei de echilibru, K_c.

20. La 1100 K, pentru reacția: $2SO_2\,(g) + O_2\,(g) \rightleftharpoons 2SO_3\,(g)$ constanta de echilibru, K_p, are valoarea $2{,}47 \cdot 10^{-3}$ kPa^{-1}. Calculează presiunile parțiale la echilibru pentru SO_2, O_2 și SO_3, știind că presiunile parțiale inițiale au fost: $p_{SO_2} = p_{O_2} = 50{,}7$ kPa și $p_{SO_3} = 0$.

21. La 900°C, pentru reacția:

$$CaCO_3\,(s) \rightleftharpoons CaO\,(s) + CO_2\,(g),$$

constanta de echilibru $K_p = 105$ kPa. La această temperatură se introduce în cuptorul de reacție, care are o capacitate de 50 L, zăpadă carbonică (CO_2 solid), oxid de calciu și carbonat de calciu. Pentru fiecare dintre amestecurile date mai jos, determină sensul de deplasare a echilibrului și modul în care se modifică masa de CaO.

a) 655 g $CaCO_3$, 95 g CaO, 58,4 g CO_2;

b) 780 g $CaCO_3$, 1 g CaO, 23,76 g CO_2;

c) 0,14 g $CaCO_3$, 5000 g CaO, 23,76 g CO_2;

d) 715 g $CaCO_3$, 813 g CaO, 4,82 g CO_2.

22. Pentru reacția $H_2O\,(g) + Cl_2O\,(g) \rightleftharpoons 2\,HOCl\,(g)$, constanta de echilibru $K_c = 0{,}09$. Calculează concentrația la echilibru a tuturor componentelor pentru cazurile următoare:

a) se amestecă 1 g de H_2O și 2 g de Cl_2O într-un balon de 1,0 L;

b) se introduce 1 mol de HOCl pur într-un balon de 2,0 L.

23. Un amestec format din $9{,}838 \cdot 10^{-4}$ moli de H_2 şi $1{,}377 \cdot 10^{-3}$ moli de I_2 este închis într-un tub de cuarţ şi păstrat la 350°C pentru o săptămână. În acest timp reacţia:

$$H_2\,(g) + I_2\,(g) \rightleftharpoons 2HI\,(g)$$

ajunge la echilibru. Când se deschide tubul, se găsesc $4{,}725 \cdot 10^{-4}$ moli I_2.

a) Calculează numărul de moli de H_2 şi HI la echilibru;

b) Presupune că volumul tubului este de 10,0 mL. Calculează valoarea constantei de echilibru K_c;

c) Dacă volumul tubului este de 20,0 mL, valoarea constantei de echilibru K_c este diferită ?

24. La o anumită temperatură substanţele gazoase care reacţionează conform ecuaţiei: $CO\,(g) + H_2O\,(g) \rightleftharpoons H_2\,(g) + CO_2\,(g)$ au următoarele presiuni la echilibru:

$p_{CO} = 2{,}0 \cdot 10^4$ Pa; $p_{H_2O} = 5{,}0 \cdot 10^4$ Pa; $p_{H_2} = 3{,}2 \cdot 10^4$ Pa şi $p_{CO_2} = 4{,}2 \cdot 10^4$ Pa.

a) Calculează valorile constantelor de echilibru K_p, respectiv K_c.

b) Dacă se modifică temperatura astfel încât $K_c = 2{,}40$, iar concentraţiile H_2, H_2O şi CO_2 se menţin la aceleaşi valori ca la punctul a) (se elimină o parte din H_2 şi CO_2, şi se introduce o cantitate suplimentară de H_2O), care va fi presiunea, la echilibru, a monoxidului de carbon ?

25. La o anumită temperatură, pentru reacţia $H_2\,(g) + F_2\,(g) \rightleftharpoons 2HF\,(g)$, constanta de echilibru este $K_c = 1 \cdot 10^2$.

a) Într-un experiment, se introduc 2,0 moli H_2 şi 2,0 moli de F_2 într-un balon cu un volum de 1,0 L. Calculează concentraţiile la echilibru ale tuturor componenţilor.

b) La amestecul aflat la echilibru şi descris la punctul a) se adaugă 0,50 moli H_2. Calculează noile concentraţii de H_2, F_2 şi HF.

26. Reacţia: $N_2\,(g) + O_2\,(g) \rightleftharpoons 2NO\,(g)$ produce poluarea aerului ori de câte ori un carburant este ars la o temperatură înaltă, deci şi în cazul arderii benzinei în motorul unui automobil. La 1500 K constanta de echilibru a reacţiei este $K_c = 1{,}0 \cdot 10^{-5}$. O probă de aer este încălzită la 1500 K. Înainte ca orice reacţie să aibă loc, concentraţiile de N_2 şi O_2 sunt: $[N_2] = 0{,}80 \dfrac{\text{moli}}{\text{L}}$; $[O_2] = 0{,}20 \dfrac{\text{moli}}{\text{L}}$.

Calculează concentraţia NO la echilibru.

27. Pentru sinteza HI gazos se pleacă de la H_2 gazos şi vapori de I_2, la o temperatură pentru care constanta de echilibru, $K_c = 1{,}000 \cdot 10^2$. Dacă se amestecă HI la presiunea de 50,66 kPa, H_2 la presiunea de 1,013 kPa şi vapori de I_2 la presiunea de 0,507 kPa într-un balon cu volumul de 5,000 L, calculează presiunile la echilibru ale tuturor constituenţilor.

28. Pentru reacția $2NOCl\,(g) \rightleftharpoons 2NO\,(g) + Cl_2\,(g)$ constanta de echilibru este $K_c = 3{,}9 \cdot 10^{-3}$, la temperatura de 300° C. Se amestecă gazele la următoarele concentrații inițiale: $[NOCl]_0 = 5{,}0 \cdot 10^{-3} \frac{moli}{L}$, $[NO]_0 = 2{,}5 \cdot 10^{-3} \frac{moli}{L}$ și $[Cl_2]_0 = 2{,}5 \cdot 10^{-3} \frac{moli}{L}$.

a) Determină, prin calcul, dacă sistemul este în echilibru și indică direcția de deplasare a acestuia;
b) Calculează concentrațiile componenților la echilibru.

29. Hidrogenul și dioxidul de carbon reacționează la o temperatură înaltă pentru a rezulta apă și monoxid de carbon, conform ecuației reacției:

$$H_2\,(g) + CO_2\,(g) \rightleftharpoons H_2O\,(g) + CO\,(g)$$

a) Calculează valoarea constantei de echilibru pentru reacția de mai sus la 986°C, știind că la determinări de laborator, la această temperatură, s-au găsit 0,11 moli de CO, 0,11 moli H_2O, 0,087 moli de H_2, respectiv 0,087 moli CO_2, într-un container cu un volum de 1,00 L.
b) Calculează cantitățile de CO și H_2O în moli, dacă există câte 0,050 moli de H_2 și 0,050 moli de CO_2 într-un container cu volumul de 2,0 L, când reacția este la echilibru, la temperatura de 986° C.

30. Clorura de sulfuril, SO_2Cl_2, este un compus gazos foarte iritant și se utilizează ca reactiv în sinteza unor compuși organici. Când este încălzit la o temperatură suficient de mare, el se descompune în SO_2 și Cl_2, conform ecuației:

$$SO_2Cl_2\,(g) \rightleftharpoons SO_2\,(g) + Cl_2\,(g), \quad K_c = 0{,}045 \frac{moli}{L}, \text{ la } t = 375°\text{ C}.$$

Calculează:

a) Fracția de SO_2Cl_2 disociat, dacă într-un balon de 1,000 L se introduc 6,70 g de SO_2Cl_2 și se încălzește la temperatura de 375°C;
b) Concentrațiile fiecărui component din sistem când se atinge echilibrul;
c) Concentrațiile de SO_2Cl_2, SO_2 și Cl_2 la echilibru în recipientul de 1 L la 375° C, dacă se introduc inițial 6,70 g SO_2Cl_2 și Cl_2 la presiunea de 1 atm.
d) Fracția de SO_2Cl_2 disociat în condițiile punctului c).

31. Hemoglobina simbolizată prin Hb poate forma complecși fie cu O_2, fie cu CO. În reacția:

$$HbO_2\,(aq) + CO\,(g) \rightleftharpoons HbCO\,(aq) + O_2\,(g)$$

la temperatura corpului uman, constanta de echilibru $K_c = 200$. Dacă raportul $[HbCO]/[HbO_2]$ se apropie de valoarea 1, individul moare. Care este presiunea parțială a CO în aer (c.n.) în așa fel încât prezența lui să fie fatală? Se presupune că presiunea parțială a oxigenului este 0,2 atm.

32. Bromura de nitrozil, NOBr se prepară prin reacția directă dintre NO și Br_2:

$$2NO\,(g) + Br_2\,(g) \rightarrow 2NOBr\,(g).$$

dar compusul disociază destul de uşor la temperatura camerei, conform ecuaţiei:

$$NOBr\ (g) \rightleftharpoons NO\ (g) + \frac{1}{2} Br_2\ (g).$$

a) Calculează câte grame de NOBr se obţin, dacă se amestecă 3,50 g NO şi 9,67 g Br_2;
b) Care este valoarea constantei de echilibru K_p, dacă o anumită cantitate de NOBr este introdusă într-un balon la 25°C, ştiind că presiunea totală la echilibru este 190 mHg şi bromura de nitrozil a disociat în proporţie de 34 %.

33. Un amestec conţine la echilibru 0,6 g carbon solid, dioxid de carbon şi monoxid de carbon la presiunea parţială de 294 kPa, respectiv 263 kPa. Calculează valoarea constantei K_p, pentru reacţia:

$$C\ (s) + CO_2\ (g) \rightleftharpoons 2CO\ (g)$$

34. Se introduce un eşantion de clorură de amoniu solidă într-un recipient vidat, apoi se încălzeşte până ce NH_4Cl se descompune în NH_3 şi HCl. După încălzire, presiunea totală internă este 446 kPa. Calculează valoarea constantei K_p, la această temperatură, pentru reacţia de descompunere dată de ecuaţia:

$$NH_4Cl\ (s) \rightleftharpoons NH_3\ (g) + HCl\ (g)$$

35. Pentru descompunerea pentaclorurii de fosfor:

$$PCl_5\ (g) \rightleftharpoons PCl_3\ (g) + Cl_2\ (g),$$

constanta de echilibru, $K_c = 0{,}040\ \frac{\text{moli}}{\text{L}}$, la 500 K. Într-un recipient de 5,0 L se introduc 0,20 moli de PCl_5 şi 0,10 moli de PCl_3. Determină:
a) compoziţia amestecului la atingerea echilibrului;
b) presiunea totală în recipient, la echilibru;
c) presiunile parţiale ale componentelor sistemului, la echilibru;
d) valoarea constantei de echilibru K_p, la 500 K.

36. În stare de vapori, acidul acetic, solventul din oţet, există parţial sub formă de dimer. Acest echilibru între cele două forme se poate reprezenta cu ajutorul ecuaţiei:

$$(CH_3COOH)_2\ (g) \rightleftharpoons 2CH_3COOH\ (g).$$

a) Cum va fi influenţat echilibrul dacă se micşorează presiunea?
b) Calculează valoarea constantei de echilibru, K_p, ştiind că la 127°C şi o presiune de 1 atm, în amestecul gazos se găsesc cantităţi egale de dimer şi monomer;
c) Calculează presiunea exercitată de sistemul gazos, respectiv presiunea parţială a dimerului, în condiţiile de la punctul b);
d) Ce presiune trebuie exercitată asupra sistemului, menţinând temperatura constantă, pentru a obţine de două ori mai mult dimer decât monomer la echilibru?

37. Oxigenul și monoxidul de carbon se dizolvă în sânge și formează un complex octaedric cu hemoglobina:

$$(1)\ Hb + O_2 \rightleftharpoons HbO_2;\quad K_1,$$
$$(2)\ Hb + CO \rightleftharpoons HbCO;\quad K_2.$$

unde Hb este hemoglobina, HbO_2 – oxihemoglobina, iar HbCO – carboxihemoglobina.

a) Știind că valorile sunt $K_2 >> K_1$ pentru concentrații egale de oxigen și monoxid de carbon, ce poți spune despre afinitatea oxigenului, respectiv a monoxidului de carbon, în raport cu hemoglobina?

b) La 37°C echilibrul (3):

$$HbO_2 + CO \rightleftharpoons HbCO + O_2$$

are constanta de echilibru $K_3 = 210$. Analiza sângelui unei persoane care a respirat timp de mai multe ore aer poluat cu monoxid de carbon relevă că sângele conține, sub formă disociată, de 210 ori mai mult oxigen liber decât monoxid de carbon liber. Calculează pentru aceste condiții raportul $\frac{[HbO_2]}{[HbCO]}$;

c) Știind $K_2 = 225$ la 37°C și efectele valorilor raportului $\frac{[HbCO]}{[Hb]}$ (conform tabelului de mai jos), indică efectele resimțite de un bolnav care are o concentrație de CO în sânge egală cu $2 \cdot 10^{-4}\ \frac{moli}{L}$:

$\frac{[HbCO]}{[Hb]}$	10^{-4}	$3 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-2}$	0,7
Efecte	Prag de toxicitate	Dureri de cap	Intoxicație gravă	Moarte rapidă

d) Indică pe baza ecuației (3) tratamentul simplu pentru un pacient intoxicat cu CO, pentru a diminua concentrația de HbCO.

38. *p*H-ul sângelui uman este 7,3, iar *p*H-ul sângelui de câine este 6,9. Calculează concentrațiile ionilor H_3O^+ și HO^-, pentru cele două eșantioane de sânge.

39. Calculează *p*H-ul soluțiilor de acid clorhidric care au următoarele concentrații și explică variația *p*H-ului în funcție de concentrația HCl:

a) $1{,}2 \cdot 10^{-2}\ M$; b) $3 \cdot 10^{-4}$ M; c) $5 \cdot 10^{-6}$ M.

40. Calculează *p*H-ul soluțiilor de hidroxid de sodiu care au următoarele concentrații și explică variația *p*H-ului în funcție de concentrația NaOH:

a) $1{,}2 \cdot 10^{-2}\ M$; b) $9 \cdot 10^{-3}\ M$; c) $1{,}4 \cdot 10^{-5}\ M$.

41. O soluție de hidroxid de bariu are *pH*-ul 12,7. Calculează concentrația molară a acestei soluții.

42. Oțetul folosit în alimentație conține 30 g de acid acetic într-un litru de soluție.
a) Calculează *pH*-ul oțetului, știind că $pK_a = 4{,}75$.
b) Ce volum de soluție de acid sulfuric 1,8 *M* este necesar pentru a prepara 1 L de soluție apoasă din acest acid, care să aibă același *p*H ca oțetul?

43. Se amestecă 250 mL soluție de CH_3COOH 0,1 *M* cu 250 mL soluție de HCl 0,01 *M*. Calculează:
a) concentrațiile componentelor soluției rezultate ($K_{a\ CH_3COOH} = 2 \cdot 10^{-5}$);
b) *p*H-ul soluției rezultate.

44. Determinați *p*H-ul soluției rezultate prin amestecarea a 300 mL soluție de CH_3COOH ce conține $3 \cdot 10^{-3}$ moli cu 300 mL soluție de CH_3COOH 10^{-4} *M* ($K_a = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$).

45. Determină volumul soluției de HCl 0,1*M* și volumul soluției de NaOH 0,05 *M*, care se amestecă pentru a obține 100 mL soluție al cărei *p*H = 2.

46. Se amestecă 50 mL soluție de KOH cu *p*H = 13,5 și 150 mL soluție de HCl cu *p*H = 2,5. Determină concentrațiile inițiale ale celor două soluții și *p*H-ul soluției finale.

47. O soluție de acid monoprotic cu volumul de 250 mL conține $5 \cdot 10^{-5}$ moli de ioni H_3O^+. Calculează:
a) *p*H-ul și *p*OH-ul soluției.
b) Știind că acidul are gradul de disociere $\alpha = 2{,}5$ %, determină cantitatea de soluție de concentrație 0,1 *M* de NaOH, care, adăugată peste acid, va face ca *p*H-ul soluției să devină 7.

48. Constanta de bazicitate a unui acid monoprotic este $K_b = 10^{-4}$. Care este *p*H-ul unei soluții în care concentrația bazei conjugate a acestui acid este 0,01 *M*?

49. Calculează volumul soluției de HCl 20 % ($\rho = 1{,}1$ g/mL) necesar pentru prepararea a 2 L soluție cu *pH* = 3.

50. Un volum de 15 mL dintr-o soluție de acid acetic 1 *M* ($K_a = 2 \cdot 10^{-5}$) se titrează cu soluție de KOH 1 *M*. Calculează *p*H-ul soluțiilor obținute, dacă volumul soluției de titrant adăugat este:
a) 0 mL; b) 2 mL; c) 7,5 mL; d) 15 mL; e) 20 mL.

51. O soluție de acid clorhidric are concentrația 10^{-8} *M*. Determină *p*H-ul soluției.

52. Un acid monoprotic are $K_a = 6{,}4 \cdot 10^{-5}$. Pentru o anumită concentrație, gradul de disociere este $\alpha = 0{,}032$. De câte ori trebuie diluată această soluție pentru ca gradul de disociere să devină 0,4?

Rezolvări

1. a), b) se deplasează la dreapta; c) nu influențează.

2. a) stânga; b) stânga; c) stânga; d) dreapta.

3. roz.

4. a) $K_c = \dfrac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$; $K_p = \dfrac{p^2_{NO_2}}{p_{N_2O_4}}$;

b) $K_c = \dfrac{[NO_2]^4 \cdot [H_2O]^6}{[NH_3]^4 \cdot [O_2]^7}$; $K_p = \dfrac{p^4_{NO_2} \cdot p^6_{H_2O}}{p^4_{NH_3} \cdot p^7_{O_2}}$.

5. $K_c = \dfrac{[NO]^2 \cdot [Cl_2]}{[NOCl]^2} \Rightarrow K_c = \dfrac{1{,}84^2 \dfrac{mol^2}{L^2} \cdot 0{,}20 \dfrac{mol}{L}}{2{,}62^2 \dfrac{mol^2}{L^2}} = 9{,}86 \cdot 10^{-2} \dfrac{mol}{L}$.

6. a) Ecuația reacției de echilibru pentru obținerea amoniacului prin procedeul Haber este $N_2\,(g) + 3H_2\,(g) \rightleftharpoons 2NH_3\,(g)$, deci:

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{\left(3{,}1 \cdot 10^{-2} \dfrac{mol}{L}\right)^2}{\left(8{,}5 \cdot 10^{-1} \dfrac{mol}{L}\right) \cdot \left(3{,}1 \cdot 10^{-3} \dfrac{mol}{L}\right)^3} = 3{,}8 \cdot 10^4 \frac{L^2}{mol^2}.$$

b) Reacția de descompunere a amoniacului, fiind inversa reacției de sinteză a amoniacului, are constanta de echilibru în funcție de concentrație:

$$K'_c = \frac{[N_2] \cdot [H_2]^3}{[NH_3]^2} = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{3{,}8 \cdot 10^4 \dfrac{L^2}{mol^2}} = 2{,}6 \cdot 10^{-5} \frac{mol^2}{L^2}$$

c) Pentru ecuația reacției: $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$,

$$K''_c = \frac{[NH_3]}{[N_2]^{1/2} \cdot [H_2]^{3/2}}.$$

Comparând cele două constante K_c și K''_c se constată că:

$$\frac{[NH_3]}{[N_2]^{1/2} \cdot [H_2]^{3/2}} = \left(\frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3}\right)^{1/2} \Rightarrow K''_c = K_c^{1/2}.$$

Deci: $K_c'' = \left(3{,}8 \cdot 10^4 \frac{L^2}{mol^2}\right)^{1/2} = 1{,}95 \cdot 10^2 \frac{L}{mol}$.

7. Ecuația reacției de echilibru este: $2\,SO_2\,(g) + O_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,SO_3\,(g)$

Utilizând legea acțiunii maselor: $K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}$

Pentru experimentul 1: $K_{c_1} = \frac{\left(3{,}50 \frac{mol}{L}\right)^2}{\left(1{,}50 \frac{mol}{L}\right)^2 \cdot \left(1{,}25 \frac{mol}{L}\right)} = 4{,}36 \frac{L}{mol}$.

Pentru experimentul 2: $K_{c_2} = \frac{\left(0{,}260 \frac{mol}{L}\right)^2}{\left(0{,}590 \frac{mol}{L}\right)^2 \cdot \left(0{,}045 \frac{mol}{L}\right)} = 4{,}32 \frac{L}{mol}$.

Cele două valori ale constantelor de echilibru K_{c_1} și K_{c_2} sunt aproape egale, deoarece la o temperatură dată pentru o reacție există numeroase stări de echilibru, dar o singură valoare a constantei de echilibru K_c. Diferența mică de valoare provine din erorile experimentale.

8. a) $K_c' = K_c^2 = 6{,}25 \cdot 10^{-58} \frac{L}{mol}$; b) $K_c'' = \frac{1}{K_c'} = 1{,}6 \cdot 10^{57} \frac{mol}{L}$.

9. Constanta de echilibru în funcție de presiunile parțiale este:

$$K_p = \frac{p_{NOCl}^2}{p_{NO}^2 \cdot p_{Cl_2}} = \frac{(121{,}6\ kPa)^2}{(5{,}1\ kPa)^2 \cdot (30{,}4\ kPa)} = 18{,}7\ kPa^{-1}.$$

Plecând de la valoarea lui K_p, se poate calcula valoarea lui K_c, utilizând relația:

$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$, unde $T = 25 + 273 = 298$ K

$\Delta n = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{suma coeficienților produșilor}}}{2} - \underset{\substack{\uparrow \\ \text{suma coeficienților reactanților}}}{(2+1)} = -1$

Deci: $K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{-1} = \frac{K_c}{R \cdot T} \Rightarrow K_c = K_p \cdot R \cdot T$,

$K_c = \left(18{,}7\ kPa^{-1}\right) \cdot \left(8{,}315 \frac{kPa \cdot L}{K \cdot mol}\right) \cdot (298\ K) = 4{,}6 \cdot 10^{-4} \frac{L}{mol}$.

10. a) Ecuația reacției: $PCl_5\,(s) \rightleftharpoons PCl_3\,(l) + Cl_2\,(g)$

Expresiile celor două constante de echilibru sunt:

$K_c = [Cl_2]$ și $K_p = p_{Cl_2}$

b) Ecuația reacției: $CuSO_4 \cdot 5H_2O\,(s) \rightleftharpoons CuSO_4\,(s) + 5H_2O\,(g)$

Expresiile constantelor de echilibru: $K_c = [H_2O]^5$ și $K_p = p^5_{H_2O}$

Concentrațiile și presiunile substanțelor solide și lichide nu figurează în expresiile constantelor de echilibru K_c, respectiv K_p.

11. Presiunile de echilibru a gazelor NO_2 și N_2O_4 trebuie să satisfacă următoarea relație:

$$K_p = \frac{p^2_{NO_2}}{p_{N_2O_4}} = 13{,}5\ \text{kPa}.$$

Cunoscându-se valoarea lui $p_{N_2O_4}$, rezultă:

$$p^2_{NO_2} = K_p \cdot p_{N_2O_4} = (13{,}5\ \text{kPa}) \cdot (275\ \text{kPa}) = 3713\ \text{kPa}^2.$$

$$\Rightarrow p_{NO_2} = \sqrt{3713\ \text{kPa}^2} = 60{,}9\ \text{kPa}.$$

12. Expresia constantei de echilibru pentru reacția de descompunere a PCl_5 este:

$$K_c = \frac{[PCl_3] \cdot [Cl_2]}{[PCl_5]}$$

Pentru a găsi valoarea lui K_c trebuie să calculăm concentrațiile la echilibru ale tuturor constituenților. Pentru a găsi aceste concentrații trebuie identificate concentrațiile inițiale, adică acele concentrații ale compușilor înainte de deplasarea într-o altă stare de echilibru.

Concentrațiile inițiale sunt:

$$[Cl_2]_0 = 0, \quad [PCl_3]_0 = \frac{0{,}298\ \text{moli}}{1{,}00\ \text{L}} = 0{,}298\ \frac{\text{moli}}{\text{L}},$$

$$[PCl_3]_0 = \frac{8{,}70 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}}{1{,}00\ \text{L}} = 8{,}70 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{moli}}{\text{L}}.$$

Trebuie determinat ce modificare este necesară pentru ca echilibrul să fie atins. Deși inițial nu era prezent clorul, dar la echilibru sunt $2{,}00 \cdot 10^{-3}$ moli se poate deduce că $2{,}00 \cdot 10^{-3}$ moli de PCl_5 s-au descompus pentru a forma $2{,}00 \cdot 10^{-3}$ moli de Cl_2 și, respectiv, $2{,}00 \cdot 10^{-3}$ de moli PCl_5.

Deci pentru atingerea echilibrului acesta se deplasează către dreapta conform ecuației:

$$\underset{2{,}00 \cdot 10^{-3}\ \text{moli}}{PCl_5\,(g)} \rightleftharpoons \underset{2{,}00 \cdot 10^{-3}\ \text{moli}}{PCl_3\,(g)} + \underset{2{,}00 \cdot 10^{-3}\ \text{moli}}{Cl_2\,(g)}$$

↑ cantitate de PCl_5 transformată

↖ ↗ cantități de produși formați

Se pot face modificările necesare pentru concentrațiile inițiale în scopul obținerii concentrațiilor la echilibru:

$$[Cl_2] = 0 + \underset{\uparrow}{[Cl_2]_0} + \frac{2{,}00 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}}{1{,}00\ \text{L}} = 2{,}00 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$[PCl_3] = 0{,}298\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} + \underset{\uparrow}{[PCl_3]_0} + \frac{2{,}00 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}}{1{,}00\ \text{L}} = 0{,}300\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$[PCl_5] = 8{,}70 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} - \underset{\uparrow}{[PCl_5]_0} - \frac{2{,}00 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}}{1{,}00\ \text{L}} = 6{,}70 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Se pot utiliza aceste valori ale concentrațiilor la echilibru pentru calcularea valorii constantei de echilibru în funcție de concentrație, K_c:

$$K_c = \frac{[Cl_2] \cdot [PCl_3]}{[PCl_5]} = \frac{\left(2 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}\right) \cdot \left(0{,}300\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)}{\left(6{,}70 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)} = 8{,}96 \cdot 10^{-2}\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}.$$

13. Ecuația reacției la echilibru este:

$$CO\,(g) + H_2O\,(g) \rightleftharpoons CO_2\,(g) + H_2\,(g), \quad \text{iar} \quad K_c = \frac{[CO_2] \cdot [H_2]}{[CO] \cdot [H_2O]} = 5{,}10.$$

Se calculează valorile concentrațiilor inițiale:

$$[CO_2]_0 = [H_2O]_0 = [CO]_0 = [H_2]_0 = \frac{1{,}00\ \text{mol}}{1{,}00\ \text{L}} = 1{,}00\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}.$$

Pentru a şti dacă sistemul este în echilibru trebuie să calculăm Q, *raportul concentrațiilor inițiale* („Reaction Quotient"):

$$Q = \frac{[CO_2]_0 \cdot [H_2]_0}{[CO]_0 \cdot [H_2O]_0} = \frac{1{,}000\ \frac{\text{moli}}{\text{L}} \cdot 1{,}000\ \frac{\text{moli}}{\text{L}}}{1{,}000\ \frac{\text{moli}}{\text{L}} \cdot 1{,}000\ \frac{\text{moli}}{\text{L}}} = 1{,}000.$$

Deoarece $Q < K_c$, sistemul nu se află inițial în echilibru şi se deplasează spre dreapta (cu formarea produşilor de reacție). Pentru a afla concentrațiile la echilibru trebuie să se modifice valorile concentrațiilor inițiale.

Deoarece modificarea concentrațiilor nu se cunoaşte, notăm cu x această modificare. Presupunând că x moli CO trebuie să reacționeze pentru ca echilibrul să fie atins, rezultă concentrația la echilibru a CO;

$$\underset{\text{echilibru}}{[CO]} = \underset{\text{inițial}}{[CO]_0} - \underset{\text{modificare}}{x}$$

Fiecare moleculă de CO reacționează cu o moleculă de H_2O și concentrația acesteia se va modifica:

$[H_2O] = [H_2O] - x$.

Concentrațiile CO_2 și H_2 se vor mări cu x:

$[CO_2] = [CO_2]_0 + x$, $[H_2] = [H_2]_0 + x$.

Se cunosc deci concentrațiile la echilibru, exprimate în funcție de concentrațiile inițiale și de modificări.

Concentrații inițiale [mol/L]	Modificare [mol/L]	Concentrații la echilibru [mol/L]
$[CO]_0 = 1{,}000$	$-x$	$1{,}000 - x$
$[H_2O]_0 = 1{,}000$	$-x$	$1{,}000 - x$
$[CO]_0 = 1{,}000$	$+x$	$1{,}000 + x$
$[H_2]_0 = 1{,}000$	$+x$	$1{,}000 + x$

Semnul lui x este determinat de direcția deplasării echilibrului. În acest exemplu sistemul se deplasează către dreapta și în consecință concentrațiile produșilor de reacție cresc, iar cele ale reactanților descresc.

Pentru a afla valoarea lui x, scriem expresia constantei de echilibru K_c:

$$K_c = 5{,}10 = \frac{[CO_2]\cdot[H_2]}{[CO]\cdot[H_2O]} = \frac{(1{,}000+x)\cdot(1{,}000+x)}{(1{,}000-x)\cdot(1{,}000-x)} = \frac{(1{,}000+x)^2}{(1{,}000-x)^2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{5{,}10} = 2{,}26 = \frac{1{,}000+x}{1{,}000-x}; \qquad x = 0{,}387\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$$

Astfel echilibrul se va deplasa la dreapta până când 0,387 $\frac{\text{moli}}{\text{L}}$ de CO și 0,387 $\frac{\text{moli}}{\text{L}}$ de H_2O se vor transforma în 0,387 $\frac{\text{moli}}{\text{L}}$ de CO_2 și 0,387 $\frac{\text{moli}}{\text{L}}$ de H_2.

Concentrațiile de echilibru sunt:

$$[CO] = [H_2O] = 1{,}000 - x = 0{,}613\ \frac{\text{moli}}{\text{L}},$$

$$[CO_2] = [H_2] = 1{,}000 + x = 1{,}387\ \frac{\text{moli}}{\text{L}}.$$

14. Ecuația reacției la echilibru este:

$H_2\,(g) + F_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,HF\,(g)$

Constanta de echilibru este $K_c = 1{,}15\cdot10^2 = \frac{[HF]^2}{[H_2]\cdot[F_2]}$.

Concentrațiile inițiale sunt:

$$[HF]_0 = [H_2]_0 = [F_2]_0 = \frac{3{,}000\ \text{moli}}{1{,}500\ \text{L}} = 2{,}00\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}.$$

Apoi se calculează valoarea raportului concentrațiilor inițiale, Q („Reaction Quotient").

$$Q = \frac{[HF]_0^2}{[H_2]_0 \cdot [F_2]_0} = \frac{\left(2{,}000\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}\right)^2}{\left(2{,}000\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}\right)\cdot\left(2{,}000\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}\right)} = 1{,}00\,.$$

Deoarece $Q << K_c$, sistemul se va deplasa de la stânga la dreapta pentru a se putea atinge echilibrul. Modificarea concentrației pentru atingerea stării de echilibru se notează cu x.

Presupunem că x este egal cu numărul de moli/L de H_2 care trebuie transformat pentru atingerea stării de echilibru. Din stoechiometria reacției se poate vedea că x moli/L de F_2 vor fi transformați și se vor produce $2x$ moli/L de HF:

$H_2\,(g) + F_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,HF\,(g)$.

Acum se pot exprima toate concentrațiile la echilibru în funcție de x.

Concentrație inițială [mol/L]	Modificarea concentrației [mol/L]	Concentrația la echilibru [mol/L]
$[H_2]_0 = 2{,}000$	$-x$	$[H_2] = 2{,}000 - x$
$[F_2]_0 = 2{,}000$	$-x$	$[F_2] = 2{,}000 - x$
$[HF]_0 = 2{,}000$	$+2x$	$[HF] = 2{,}000 + 2x$

Pentru a afla pe x se înlocuiesc concentrațiile la echilibrul prin valorile lor, în expresia constantei K_c:

$$K_c = 1{,}15.10^2 = \frac{[HF]^2}{[H_2]\cdot[F_2]} = \frac{(2{,}000+2x)^2}{(2{,}000-2x)^2} \Rightarrow x = 1{,}528.$$

Concentrațiile la echilibru sunt:

$$[H_2] = [F_2] = 2{,}000\,\frac{\text{moli}}{\text{L}} - x = 0{,}472\,\frac{\text{moli}}{\text{L}},$$

$$[HF] = 2{,}000\,\frac{\text{moli}}{\text{L}} + 2x = 5{,}056\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}.$$

15.

	$CO\,(g)$	+	$Cl_2\,(g)$	$\rightleftharpoons$	$COCl_2\,(g)$
Inițial:	$0{,}79\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$		$0{,}69\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$		–
În reacție:	$-x\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$		$-x\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$		$+x\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$
La echilibru:	$(0{,}79-x)\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$		$(0{,}69-x)\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$		$x\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$

Deoarece: $\begin{cases} (0{,}79-x)\,\frac{\text{moli}}{\text{L}} = 0{,}25\,\frac{\text{moli}}{\text{L}} \\ \text{și } (0{,}69-x)\,\frac{\text{moli}}{\text{L}} = 0{,}15\,\frac{\text{moli}}{\text{L}} \end{cases} \Rightarrow x = 0{,}54\,\frac{\text{moli}}{\text{L}}$

$$K_c = \frac{[COCl_2]}{[CO]\cdot[Cl_2]} \Rightarrow K_c = \frac{0{,}54\frac{moli}{L}}{0{,}25\frac{moli}{L}\cdot 0{,}15\frac{moli}{L}} = 14{,}4\frac{moli}{L}$$

16. $K_p = K_c\cdot(RT)^{\Delta n}$, iar $\Delta n = 2$.

$$K_p = 2{,}6\cdot10^{-5}\frac{mol^2}{L^2}\cdot\left(8{,}31\cdot\frac{moli}{L}\cdot 400K\right)^2 = 2{,}87\cdot10^2\ kPa^2.$$

17. a) $K_{c_1} = \sqrt{K_c} = 16{,}67\frac{L^{1/2}}{mol^{1/2}}$;

b) $K_{c_2} = \frac{1}{K_c} = 3{,}6\cdot10^{-3}\frac{mol}{L}$;

c) $K_{c_3} = \frac{1}{\sqrt{K_c}} = 6\cdot10^{-2}\frac{mol^{1/2}}{L^{1/2}}$; d) $K_{c_4} = K_c^{\,2} = 7{,}73\cdot10^4\frac{L^2}{mol^2}$.

18. $K_c = \frac{[CO]\cdot[H_2O]}{[CO_2]\cdot[H_2O]} \Rightarrow \frac{5{,}9\ \frac{moli}{L}\cdot 12\frac{moli}{L}}{18\frac{moli}{L}\cdot 20\frac{moli}{L}} \Rightarrow K_c = 0{,}20.$

19. Deoarece inițial în balon s-au introdus numai 2 moli de SO_2 și 2 moli de NO_2, rezultă că, la echilibru, concentrațiile SO_2 și NO_2 sunt egale.

$$K_c = \frac{[SO_3]\cdot[NO]}{[SO_2]\cdot[NO_2]};\quad \frac{\frac{1{,}3}{2}\ \frac{moli}{L}\cdot\frac{1{,}3}{2}\ \frac{moli}{L}}{\frac{0{,}7}{2}\ \frac{moli}{L}\cdot\frac{0{,}7}{2}\ \frac{moli}{L}} \Rightarrow K_c = 3{,}45.$$

Volumul balonului nu influențează valoarea constantei de echilibru deoarece reacția are loc fără modificarea numărului de moli.

20. $K_p = \frac{p_{SO_3}^2}{p_{SO_2}^2\cdot p_{O_2}}$; $p_{SO_3} = 12{,}6$ kPa, $p_{SO_2} = 38{,}1$ kPa, $p_{O_2} = 44{,}4$ kPa.

21. a) echilibrul se deplasează spre stânga; scade masa de CaO;
b) masa de CaO nu variază;
c) masa de CaO nu variază;
d) echilibrul se deplasează spre dreapta; crește masa de CaO.

22. a) $[HOCl] = 9{,}2\cdot10^{-3}\frac{mol}{L}$; $[H_2O] = 5{,}1\cdot10^{-2}\frac{mol}{L}$; $[Cl_2O] = 1{,}8\cdot10^{-2}\frac{mol}{L}$;

b) $[H_2O] = [Cl_2O] = 0{,}22\ \frac{mol}{L}$; $[HOCl] = 0{,}06\ \frac{mol}{L}$.

23. a) $[H_2] = 0{,}00793 \frac{\text{moli}}{\text{L}}$; $[HI] = 0{,}181 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$;

b) $K_c = 87{,}4$ (pentru ambele volume, deoarece în reacție se conservă numărul de moli).

24. a) $K_p = K_c = 1{,}344$ deoarece $\Delta n = 0$, reacția neavând loc cu variația numărului de moli;

b) $p_{CO} = 0{,}11 \cdot 10^5$ Pa.

25. a) $[H_2] = [F_2] = 0{,}33 \frac{\text{moli}}{\text{L}}$; $[HF] = 3{,}33 \frac{\text{moli}}{\text{L}}$;

b) $[H_2] = 0{,}69 \frac{\text{moli}}{\text{L}}$; $[F_2] = 0{,}19 \frac{\text{moli}}{\text{L}}$; $[HF] = 3{,}61 \frac{\text{moli}}{\text{L}}$.

26. $K_c = \frac{[NO]^2}{[N_2] \cdot [O_2]}$; $K_c = \frac{4x^2}{(0{,}8 - x) \cdot (0{,}2 - x)}$

$\Rightarrow \quad x = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$; $[NO] = 1{,}3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{moli}}{\text{L}}$.

27. $H_2\,(g) + I_2\,(g) \rightleftharpoons 2HI\,(g)$

Deoarece în reacție nu se modifică numărul de moli, $K_c = K_p = 10^2$.

$p_i = p_f = 52{,}18$ kPa.

$p_{HI} = 43{,}48$ kPa; $p_{H_2} = 4{,}60$ kPa; $p_{I_2} = 4{,}10$ kPa.

28. a) $Q = 5 \cdot 10^{-4}$, $Q < K_c$; echilibrul se deplasează spre dreapta;

b) $[NOCl] = 3{,}6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$; $[NO] = 3{,}9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$;

$[Cl_2] = 3{,}2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$.

29. a) $K_c = 1{,}6$; b) $n_{CO} = n_{H_2O} = 0{,}064$ moli.

30. a) $x_{SO_2Cl_2 \text{ disociat}} = 0{,}60$;

b) $[SO_2] = [Cl_2] = 0{,}030$ M; $[SO_2Cl_2] = 0{,}02$ M;

c) $[SO_2] = 0{,}025$ M; $[Cl_2] = 0{,}044$ M; $[SO_2Cl_2] = 0{,}025$ M;

d) $x_{SO_2Cl_2 \text{ disociat}} = 0{,}50$.

31. $K_c = K_p$; $K_p = \frac{p_{HbCO} \cdot p_{O_2}}{p_{HbO_2} \cdot p_{CO}} \Rightarrow p_{CO} = 10^{-3}$ atm, deoarece $\frac{[HbCO]}{[HbO_2]} = \frac{p_{HbCO}}{p_{HbO_2}} = 1$.

32. a) $n_{NO} = 0{,}11666$ moli; $n_{Br_2} = 0{,}06043$ moli; $n_{NOBr} = 0{,}11666$ moli; 12,83 g;

b) $K_p = \dfrac{\frac{34}{100} \cdot n_{NOBr} \cdot p \cdot \left(\frac{17}{100} \cdot n_{NOBr} \cdot p\right)}{\frac{66}{100} \cdot n_{NOBr} \cdot p} = 2{,}94 \cdot 10^{-3}\ \text{atm}^{1/2}$.

33. $K_p = 235$ kPa.

34 $K_p = 4{,}97 \cdot 10^4\ \text{kPa}^2$.

35. a) $n_{Cl_2} = n_{PCl_5} = 0{,}1$ moli; $n_{PCl_3} = 0{,}2$ moli;

b) $P = 3{,}28$ atm;

c) $p_{PCl_3} = 1{,}64$ atm; $p_{PCl_5} = p_{Cl_2} = 0{,}82$ atm;

d) $K_p = 1{,}64$ atm.

36. a) echilibrul se deplasează spre dreapta;

b) $K_p = 0{,}66$ atm;

c) $P = 1{,}33$ atm; $p_{dimer} = 0{,}67$ atm; d) $P = 3{,}33$ atm.

37. a) CO are o afinitate mai mare decât O_2 față de hemoglobină;

b) $\dfrac{[HbO_2]}{[HbCO]} = 1$;

c) $\dfrac{[HbCO]}{[Hb]} = 4{,}5 \cdot 10^{-2}$ (dureri violente de cap);

d) mască de oxigen.

38. Pentru sângele uman:

$pH = 7{,}3 = -\lg[H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 5 \cdot 10^{-8}$ mol/L;

$[HO^-] \cdot [H_3O^+] = 10^{-14} \Rightarrow [HO^-] = 2 \cdot 10^{-7}$ mol/L.

Pentru sângele canin:

$\lg[H_3O^+] = -6{,}9 \Rightarrow [H_3O^+] = 1{,}26 \cdot 10^{-7}$ mol/L; $[HO^-] = 7{,}93 \cdot 10^{-8}$ mol/L.

39. Acidul clorhidric este un acid tare şi disociază total în soluție apoasă:

$HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$

$pH = -\lg[H_3O^+] = -\lg c_{acid}$;

a) $c = 1{,}2 \cdot 10^{-2}\ M \Rightarrow pH = -\lg 1{,}2 \cdot 10^{-2} \Rightarrow pH = 1{,}92$;

b) $c = 3 \cdot 10^{-4}\ M \Rightarrow pH = -\lg 3 \cdot 10^{-4} \Rightarrow pH = 3{,}52$;

c) $c = 5 \cdot 10^{-6}\ M \Rightarrow pH = -\lg 5 \cdot 10\text{-}^6 \Rightarrow pH = 5{,}30$.

Se observă că pH-ul soluției de HCL crește o dată cu scăderea concentrației.

40. Hidroxidul de sodiu este o bază tare, total disociată în soluție apoasă:

$NaOH \rightarrow Na^+ + HO^-$; $pH = 14 + \lg c$.

a) $c = 1{,}2 \cdot 10^{-2}\ M \Rightarrow pH = 14 + \lg 1{,}2 \cdot 10^{-2} = 14 - 1{,}92$; $pH = 12{,}08$;
b) $c = 9 \cdot 10^{-3}$ M $\Rightarrow pH = 14 + \lg 9 \cdot 10^{-3} = 14 - 3 + \lg 9 = 11 + 0{,}95$;
$pH = 11{,}95$;
c) $c = 1{,}4 \cdot 10^{-5}$ M $\Rightarrow pH = 14 + \lg 1{,}4 \cdot 10^{-5} = 14 - 5 + \lg 14 = 9 + 0{,}15$;
$pH = 9{,}15$.
Cu cât soluția de NaOH este mai diluată, cu atât *pH*-ul este mai scăzut.
La diluție mare, *p*H-ul acizilor tari și al bazelor tari tinde la 7.

41. Hidroxidul de bariu este o bază tare, disociată total în soluție apoasă:
$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2HO^-$,
dar $[HO^-] \cdot [H_3O^+] = 10^{-14}$, iar $pH = 14 + \lg c$,
unde c este concentrația ionilor HO^-.
$\lg c = -14 + pH = -14 + 12{,}7 = -1{,}3$; $c = [HO^-] = 5 \cdot 10^{-2}\ M$.
Deoarece 1 mol de Ba(OH), eliberează 2 moli de ioni HO^-, concentrația molară a soluției de $Ba(OH)_2$ este:
$[Ba(OH)_2] = 5 \cdot 10^{-2}/2 = 2{,}5 \cdot 10^{-2}\ M$.

42. a) Concentrația acidului acetic în oțet este: $c_M = \dfrac{m_d}{M \cdot V_s} \Rightarrow c_M = 0{,}5$ mol/L

Acidul acetic este un acid slab, pentru care *p*H-ul se calculează conform relației:
$pH = 1/2\ {}_pK_a - 1/2 \lg c$; $pH = 2{,}52$.

b) Acidul sulfuric este un acid diprotic tare pentru care *p*H-ul se calculează conform relației:
$pH = -\lg 2 \cdot c \Rightarrow 2{,}52 = -\lg 2 \cdot c \Rightarrow c = 1{,}5 \cdot 10^{-3}\ M$.
$c_{\text{inițială}} \cdot V_{\text{inițial}} = c_{\text{finală}} \cdot V_{\text{final}} \cdot V_{\text{inițial}} = 1{,}66$ mL
Din soluția de H_2SO_4 1,8 *M* se iau 0,833 mL și se adaugă 999,166 mL apă distilată într-un balon cotat pentru a obține o soluție de H_2S0_4 de concentrație $3 \cdot 10^{-3}\ M$ și cu același *p*H ca al oțetului.

43. a) În soluție se găsesc speciile: H_3O^+, Cl^-, CH_3COOH, CH_3COO^- și H_2O.
$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
$n_{HCl} = 250 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2} = 25 \cdot 10^{-4}$ moli;
$CH_3—COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3—COO^- + H_3O^+$;
$n_{CH_3COOH} = 25 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}1 = 2{,}5 \cdot 10^{-3}$ moli;.
$[H_3O^+]_{inițial} = [H_3O^+]_{HCl} + [H_3O^+]_{CH_3COOH}$; $[H_3O^+]_{HCl} = [HCl] = 0.01M$.
Acidul acetic este un acid slab pentru care:
$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot c} \Rightarrow [H_3O^+]_{CH_3COOH} = \sqrt{2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1}} = 1{,}412 \cdot 10^{-3}$ mol/L;
$[H_3O^+]_{total} = 10^{-2} + 0{,}141 \cdot 10^{-2} = 1{,}141 \cdot 10^{-2}$ moli/L;

$[Cl^-] = [HCl] = 0{,}01M$; $[CH_3COO^-] = [H_3O^+]_{CH_3COOH} = 1{,}41 \cdot 10^{-3}\ M$;

$[CH_3COOH] = 0{,}1 - 1{,}41 \cdot 10^{-3} = 9{,}86 \cdot 10^{-3} M$.

b) $pH = -\lg[H_3O^+]_{total} = -\lg 1{,}141 \cdot 10^{-2} = 2 - \lg 1{,}141$; $pH = 2{,}9$.

44. $n_1 = 3 \cdot 10,^3$ moli CH_3COOH; $n_2 = 0{,}3 \cdot 10^{-4}$ moli CH_3COOH;

$$c_{M\ \text{finală}} = \frac{n_1 + n_2}{V_{s_1} + V_{s_2}} = \frac{3 \cdot 10^{-3} + 0{,}3 \cdot 10^{-4}}{0{,}6} = \frac{30{,}3 \cdot 10^{-4}}{0{,}6} = 5{,}05 \cdot 10^{-3} M$$

Acidul acetic este un acid slab, pentru care: $pH = 1/2\ pK_a - 1/2 \lg c$, iar $pH = 3{,}5$.

45. $[H_3O^+] = 10^{-2} M \Rightarrow c_{HCl\ exces} = 10^{-2}$ moli/L;

$n_{HCl\ exces} = 10^{-3}$ moli; $V_{s\ HCl} = 40$ mL;

$V_{s\ NaOH} = 60$ mL.

46. $c_{KOH} = 0{,}316M$; $c_{HCl} = 3{,}16 \cdot 10^{-3} M$.

47. a) $pH = 3{,}7$; $pOH = 10{,}3$; b) $K_a = 1{,}25 \cdot 10^{-7}$.

48. $pH = 8$.

49. $[H_3O^+] = 10^{-3} M \Rightarrow n_{HCl} = 2 \cdot 10^{-3}$ moli;

$V_s = 331{,}8 \cdot 10^{-3}$ mL soluție HCl 20% necesară.

50. a) $pH = 2{,}85$; b) $pH = 4{,}41$; c) $pH = 4{,}58$; d) $pH = 7{,}2$; e) $pH = 9{,}16$.

51. $[H_3O^+] = [H_3O^+]_{acid} + [H_3O^+]_{apă} = 10^{-8} + 10^{-7}$;

$pH = -\lg 1{,}1 \cdot 10^{-7} \Rightarrow pH = 6{,}89$.

52. $\dfrac{\alpha_1^2 c_1}{1-\alpha_1} = \dfrac{\alpha_2^2 c_2}{1-\alpha_2} \Rightarrow c_1 / c_2 = 252$.

Capitolul

6. REACŢII DE OXIDO-REDUCERE

Breviar

Reacţiile de oxido-reducere sunt acele reacţii în care se modifică numărul de oxidare a cel puţin două specii chimice.

Reacţiile cu transfer de electroni sau reacţiile redox între două specii chimice formează un sistem dublu conjugat:

$$n\text{ox}_1 + m\text{red}_2 \rightleftharpoons n\text{red}_1 + m\text{ox}_2$$

Sistemul ox_1/red_1 se numeşte cuplu redox conjugat. Într-un sistem dublu conjugat, transferul de electroni are loc între reducătorul 2 şi oxidantul 1; electronii nu apar liberi în sistem.

Într-o reacţie redox, numărul electronilor cedaţi este egal cu numărul electronilor acceptaţi.

Aplicaţiile redox sunt:

1) *Elementul galvanic sau pila electrică* – transformă energia chimică a unei reacţii redox în energie electrică.

Procesele redox au loc în semicelule între care există o legătură prin punte de sare sau membrană care nu permit decât transferul de ioni pentru echilibrarea soluţiilor din punct de vedere electric.

Într-o semicelulă are loc procesul de oxidare (la anod (–)) şi în cealaltă semicelulă, procesul de reducere (la catod (+)).

Reprezentarea convenţională a pilei electrice se face:

(–) anod | electrolit_1 || electrolit_2 | catod (+).

(–) red_2 | ox_2|| ox_1 | red_1 (+)

În reprezentarea convențională apar scrise toate speciile ionice, moleculare, care participă la procesul redox, exceptând apa (este solvent).

2) *Electroliza* este procesul în care energia electrică este transformată în energie chimică. Procesele care au loc la electroliză nu sunt spontane, iar $E < 0$. Celula de electroliză poate fi considerată o pilă electrică, în care procesele au loc invers, iar polaritatea electrozilor este inversată: la anod (+) au loc procese de oxidare, iar la catod (–) au loc procese de reducere.

Cantitatea de substanță obținută la electrod este dată de legea lui Faraday:

$$m = \frac{M}{n \cdot \mathrm{F}} \cdot I \cdot t,$$

unde: M este masa moleculară a substanței;

n – numărul de electroni implicați în procesul de oxidare (sau de reducere);

F – numărul lui Faraday (F = 96 500 C);

I – intensitatea curentului electric (A);

t – timpul (s).

Energia electrică consumată în procesele de electroliză:

$$W = U \cdot I \cdot t = U \cdot Q,$$

unde: U este tensiunea (V);

Q – sarcina electrică (C).

Un proces redox este și ***coroziunea***. Prin coroziune se înțelege ansamblul proceselor redox prin care un metal este transformat, sub acțiunea diverșilor factori din mediu, în compuși nedoriți.

Se disting două tipuri importante de coroziune: *chimică* și *electrochimică*. ***Coroziunea chimică*** corespunde reacției dintre metal și un gaz, la temperaturi, de obicei, mai mari de 100°C. Coroziunea chimică decurge cu viteze mari și are loc în medii chimice agresive (Cl_2, O_2, SO_2, acizi). ***Coroziunea electrochimică*** este caracterizată prin procese asemănătoare celor care au loc în celulele electrochimice.

Deoarece curenții generați în aceste celule electrochimice sunt de intensitate foarte mică (μA), se spune că procesul are loc într-o *micropilă electrochimică*.

Etapele procesului de coroziune pot fi generalizate astfel:

• Metalul mai activ acționează ca anod, punând în libertate electroni care se deplasează prin bara de metal (circuitul exterior) spre ionii de hidrogen din apă.

• Închiderea circuitului electric se realizează prin pelicula de apă care joacă rol de punte de sare:

Oxidare: $\mathrm{M\,(s) \rightarrow M^{+n}\,(aq) + \mathit{n}e^-}$

Reducere: $\mathrm{1/2O_2\,(g) + 2\,\mathit{e}^- + 2H^+\,(aq) \rightarrow H_2O\,(l)}$

Cunoscând procesele care au loc, putem interveni pentru a împiedica coroziunea; eliminând prezența oxigenului sau a apei prin acoperiri metalice sau prin vopsire nu se mai poate închide circuitul electric. Dacă în sistem se introduc metale cu caracter reducător mai puternic decât fierul (Zn, Mg), acestea au rol de anod și se corodează în locul fierului; metoda se numește *protecție catodică*.

Pentru a reduce viteza reacției de coroziune se folosesc substanțe numite *inhibitori*; experimental s-a determinat că, în procesul de micșorare a coroziunii fierului, inhibitorii cei mai eficienți sunt: iodura de potasiu și azotitul de sodiu în mediu de carbonat de amoniu.

Prevenirea coroziunii se poate realiza și prin: acoperiri metalice (Ni, Cr, Sn); vopsire, emailare; fosfatare; inhibitori.

Probleme

1. Alege din șirul de reacții de mai jos numai pe acelea care au loc cu transfer de electroni și indică agenții oxidanți și agenții reducători:

a) $Zn + 2HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2$
b) $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$
c) $2K + Br_2 \rightarrow 2KBr$
d) $NaOH + Al(OH)_3 \rightarrow Na[Al(OH)_4]$
e) $NiO + H_2 \rightarrow Ni + H_2O$
f) $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$
g) $2AuCl_3 \rightarrow 2Au + 3Cl_2$
h) $Zn + 2NaOH + 2\ H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$
i) $MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + 2\ H_2O + Cl_2$
j) $2KI + Cl_2 \rightarrow 2KCl + I_2$
k) $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$
l) $NaOH + CO_2 \rightarrow NaHCO_3$

2. Stabilește coeficienții ecuațiilor reacțiilor chimice și caracterul HNO_3, MnO_2, SO_2, KI, H_2SO_4, respectiv H_2O_2 în reacțiile următoare:

a) $HNO_3 + H_2S \rightarrow S + NO + H_2O$
b) $HNO_3 + H_2S \rightarrow H_2SO_4 + H_2O + NO$
c) $HNO_3 + HCl \rightarrow Cl_2 + NO + H_2O$
d) $HNO_3 + C \rightarrow CO_2 + NO + H_2O$
e) $HNO_3 + P_4 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + NO$
f) $HNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$
g) $MnO_2 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$
h) $MnO_2 + NaCl + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + Na_2SO_4 + Cl_2 + H_2O$
i) $MnO_2 + H_2SO_4 + KI \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + I_2 + H_2O$
j) $MnO_2 + HClO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + KCl + H_2O$
k) $SO_2 + CuCl_2 + H_2O \rightarrow CuCl + H_2SO_4 + HCl$
l) $SO_2 + FeCl_3 + H_2O \rightarrow FeCl_2 + H_2SO_4 + HCl$
m) $SO_2 + SnCl_4 + H_2O \rightarrow SnCl_2 + H_2SO_4 + HCl$
n) $SO_2 + HNO_3 + H_2O \rightarrow NO + H_2SO_4$
o) $KI + HNO_3 \rightarrow I_2 + NO + KNO_3 + H_2O$
p) $KI + CuSO_4 \rightarrow CuI + K_2SO_4 + I_2$

q) $H_2O_2 + H_2S \rightarrow H_2O + S$
r) $H_2O_2 + PbS \rightarrow PbSO_4 + H_2O$
s) $H_2O_2 + HCl + CoS \rightarrow CoCl_2 + H_2O + H_2SO_4$
t) $SO_2 + Br_2 + H_2O \rightarrow HBr + H_2SO_4$
u) $H_2O_2 + KMnO_4 \rightarrow MnO_2 + KOH + H_2O + O_2$
v) $HgCl_2 + H_2O_2 + KOH \rightarrow Hg + O_2 + KCl + H_2O$

3. Utilizând seria activității metalelor, indică reacțiile posibile și reprezintă convențional celula galvanică ce poate funcționa:
a) $Fe + 2AgNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + 2Ag$
b) $Cu + FeSO_4 \rightarrow CuSO_4 + Fe$
c) $2CuI + MnO_2 + 4HI \rightarrow 2CuI_2 + MnI_2 + 2\,H_2O$
d) $Pb + 2HCl \rightarrow PbCl_2 + H_2$
e) $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$
f) $SnCl_2 + CdCl_2 \rightarrow Cd + SnCl_4$
g) $Hg + Br_2 \rightarrow HgBr_2$

4. Egalează și completează următoarele semireactii, determină numerele de oxidare ale elementelor și precizează dacă sunt procese de oxidare sau de reducere:
a) $MnO_4^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + H_2O$
b) $AsO_4^{3-} \rightleftharpoons AsO_2^- + H_2O$
c) $I_2 \rightleftharpoons IO_3^- + H_3O^+$
d) $S_2O_8^{2-} \rightleftharpoons SO_4^{2-}$
e) $C_2O_4^{2-} \rightleftharpoons CO_2$

5. 1) Egalează următoarele semireactii și precizează dacă sunt procese de oxidare sau de reducere:
a) $H_3O^+ \rightleftharpoons H_2 + H_2O$
b) $Mn^{2+} \rightleftharpoons MnO_2$
c) $I^- \rightleftharpoons I_2$
d) $O_2 \rightleftharpoons H_2O$
e) $I_2 \rightleftharpoons IO^-$
f) $IO_3^- \rightleftharpoons IO^-$
g) $MnO_4^- \rightleftharpoons Mn^{2+}$
2) Combinând semireactiile c) și e) și, de asemenea, e) și f) se poate obține o reacție de oxido-reducere de tipul: $ox_1 + red_2 \rightleftharpoons ox_2 + red_2$?

6. Egalează următoarele ecuații ale reacțiilor redox:
a) $IO_3^- + I^- + H_3O^+ \rightleftharpoons I_2 + H_2O$
b) $ClO_3^- + Fe^{2+} + H_3O^+ \rightleftharpoons Fe^{3+} + Cl^- + H_2O$
c) $S_2O_3^{2-} + I_2 \rightleftharpoons I^- + S_4O_6^{2-}$
d) $Cr_2O_7^{2-} + I^- + H_3O^+ \rightleftharpoons Cr^{3+} + I_2 + H_2O$

7. În 200 mL soluție de $AgNO_3$ se introduce o plăcuță de aluminiu. După consumarea azotatului de argint, masa plăcuței a crescut cu 11,88 g. Calculează:
a) concentrația molară a soluției de $AgNO_3$ utilizată;
b) concentrația molară a soluției de $Al(NO_3)_3$ obținută;
c) volumul soluției de H_2SO_4 1 *M* necesar dizolvării peliculei de Ag.

8. Se obține clor prin oxidarea acidului clorhidric cu permanganat de potasiu, apoi se separă clorul. Se adaugă în soluție $AgNO_3$, obținându-se 430,5 g precipitat. Calculează:
a) masa de cloruri ce reacționează cu $AgNO_3$;
b) masa soluției de $AgNO_3$ 15% folosită;
c) volumul de clor separat, știind că 10,5% din cantitatea obținută se dizolvă în apă;
d) volumul soluției de $KMnO_4$ 3 *M* utilizat pentru obținerea Cl_2.

9. Într-un rezervor se află 2,5 t de HCl impurificat cu clor liber. O probă de 20 mL (ρ = 1,16 g/mL) din rezervor este tratată cu iodură de potasiu, iar iodul pus în libertate se titrează cu 2,5 mL soluție tiosulfat de sodiu 0,1*M*, în prezența amidonului. Determină:
a) volumul de soluție de tiosulfat de sodiu necesar reacției cu clorul liber din rezervor;
b) cantitatea de sulfit de sodiu tehnic 97%, ce trebuie introdusă în rezervor pentru consumarea totală a clorului liber.

10. Pentru obținerea clorului în laborator se folosește reacția dintre cloratul de potasiu și soluția de acid clorhidric 36,5%. Determină:
a) masa de clor rezultată din reacția a 490 g $KClO_3$ de p = 95%, dacă η = 80%.
b) masa de soluție de HCl necesară;
c) masa de NaCl, de puritate 70%, care reacționează cu H_2SO_4, pentru a obține HCl necesar.

11. O masă x de sodiu se introduce într-un cristalizor cu 65,6 g apă. În urma reacției rezultă 2,24 L (c.n.) gaz. Scrie ecuația reacției redox indicând semiecuațiile reacțiilor și determină:
a) masa x de sodiu;
b) concentrația molară a soluției obținute (ρ = 1,4 g/mL).

12. În 25 g apă se introduc 20 g amalgam de sodiu. Soluția obținută reacționează cu 40 g soluție $CuSO_4$ 40%. Precipitatul se filtrează. Scrie ecuațiile proceselor care au loc și determină:
a) concentrația procentuală a filtratului obținut la final;
b) compoziția procentuală masică a amalgamului;
c) volumul de NH_3 gazos (c.n.) necesar dizolvării precipitatului.

13. Prin tratarea cu apă a 4,6 g amalgam de sodiu se obține o soluție care neutralizează 21 g soluție HNO_3 30%.
a) Scrie ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.

b) Calculează masa de sare rezultată în urma reacției de neutralizare.
c) Determină compoziția procentuală masică a aliajului.

14. Zincul se obține din oxidul său prin reducere cu cărbune. Știind că oxidul a rezultat prin prăjirea a 242,5 g blendă de puritate 80%, calculează:
a) masa de zinc obținută;
b) volumul de oxigen consumat (27°C și 2 atm);
c) masa de cărbune, cu 90% carbon, utilizată.

15. Un amestec de două soluții de HCl și H_2SO_4 cu masa de 75 g se adaugă peste 13 g Zn, rezultând un amestec de săruri în raport molar $\frac{ZnCl_2}{ZnSO_4} = \frac{1}{2}$. Știind că reacția este totală, determină:
a) concentrațiile soluțiilor acizilor, daca raportul masic al celor două soluții este 1 : 2;
b) masele sărurilor rezultate;
c) volumul de hidrogen degajat la 780 mmHg și t = 22°C.

16. Un amestec de Zn și ZnS se tratează cu soluție de HCl 21%, rezultând un amestec gazos ce conține 60% H_2 (procente de volum). Calculează:
a) compoziția procentuală inițială a amestecului solid;
b) masa de soluție de HCl necesară reacției, dacă volumul amestecului gazos este 12,32 L (c.n).

17. Printr-o cantitate de pulbere de aluminiu se trece un curent de clor până la reacția completă a metalului. Produsul astfel obținut se tratează cu NaOH. Precipitatul rezultat, spălat și calcinat cântărește 30,6 g. Calculează:
a) masa de pulbere de aluminiu reacționată;
b) volumul de clor consumat (c.n.);
c) masa cloratului de potasiu de puritate 90% necesar obținerii clorului.

18. Reziduul rezultat la oxidarea unei probe de aluminiu, de puritate 99,805%, conține 54,228% metal neoxidat. Determină:
a) puritatea reziduului;
b) randamentul oxidării.

19. O plăcuță de aluminiu cu masa de 5 g se introduce în 260 g soluție NaOH 40% și masa plăcuței scade cu 12%. Determină:
a) masa finală a plăcuței de aluminiu;
b) concentrația procentuală a NaOH în soluția finală.

20. O cantitate de pulbere de cupru arde în 42,6 g clor în exces. Clorul nereacționat este trecut într-un vas cu apă, punând în libertate 8 g oxigen atomic.
a) Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.
b) Determină masa de acid clorhidric care se poate oxida cu oxigenul rezultat din descompunerea apei consumate pentru absorbția clorului.
c) Determină masa de cupru.

21. Un atom de cupru are masa $10{,}62 \cdot 10^{-23}$ g. O cantitate de Cu reacționează cu o soluție concentrată de H_2SO_4, iar sarea obținută reacționează cu 400 g soluție NaOH 40%. Precipitatul obținut se dizolvă în soluție de NH_3, formând o combinație complexă A. Determină:

a) masa atomică relativă a cuprului;
b) ecuațiile reacțiilor chimice în urma cărora rezultă combinația A;
c) masa de substanță A, dacă randamentul global al reacțiilor este 95%;
d) numărul de atomi de cupru care reacționează cu soluția de H_2SO_4.

22. Prin prăjirea în aer (20% O_2, 80% N_2) a unei pirite cu a % impurități nevolatile, rezultă un oxid de puritate 94,118% și un amestec gazos care conține 84,609% N_2 (% de volum). Determină:

a) valoarea lui *a*, %;
b) masa de oleum (20% SO_3) care se poate obține din dioxidul de sulf rezultat din prăjirea unei tone de pirită.

23. Se consideră un amestec format din cei trei oxizi ai fierului.

a) Determină compoziția procentuală molară și masică a amestecului, dacă masa moleculară medie a amestecului este 134, iar procentul de fier în cei trei oxizi este 73,134%.
b) Scrie ecuațiile reacțiilor chimice dintre cei trei oxizi și acidul clorhidric.

24. Se supun arderii *y* grame pirită cu 18% impurități nevolatile. Calculează:

a) conținutul procentual de Fe_2O_3 în cenușa rezultată;
b) valoarea lui *y*, dacă s-au obținut 75,2 kg cenușă.

25. O probă de 1,6 g fontă prelevată dintr-o șarjă este tratată cu soluție de HCl în exces, iar reziduul obținut se dizolvă total în 12 mL soluție HNO_3 2 *M*. Calculează:

a) compoziția procentuală a aliajului;
b) volumul de gaze degajat în cea de-a doua operație (la 752 mm Hg și 32,6°C);
c) masa de soluție $Ca(OH)_2$ 2,5% necesară absorbției unuia dintre gazele obținute în etapa a doua a analizei (rezultă sare neutră).

26. Un amestec solid cu masa 67,2 g este format din fier și un compus binar al magneziului cu un element X care are N.O. = – 2. Componentele amestecului se găsesc în raport molar 5 : 1 și formează, prin tratare cu o soluție de HCl 20%, un amestec gazos cu $\overline{\rho} = 0{,}3274$ g/L (c.n.). Calculează:

a) compoziția procentuală masică a amestecului;
b) masa soluției de HCl 20%, dacă se lucrează cu un exces de 25%.

27. O cantitate de sulfura metalică, în urma prăjirii cu $\eta = 96\%$, își micșorează masa cu 38,4%. Aerul utilizat a fost cu 10% în exces. Calculează:

a) concentrația dioxidului de sulf în gazele sulfuroase (% de volum și % de masă);
b) compoziția amestecului solid după prăjire (% molare și % masice).

28. O probă de 1,24 g argint, prelevată dintr-un obiect de podoabă, se tratează cu o soluție concentrată de HNO_3, apoi cu o soluție de HCl. Precipitatul obținut conține 10% apă și are masa 1,435 g. Determină:
a) procentul masic de argint din probă;
b) masa de soluție HCl 20% utilizată;
c) masa de soluție de NH_3 17% necesară dizolvării precipitatului.

29. Peste 23,14 g aliaj Au-Cu se adaugă 59 mL soluție HNO_3 63% (ρ = 1,39 g/mL) și 5 mL soluție HCl 36,5% (ρ = 1,2 g/mL). Determină:
a) dacă reacția este totală;
b) numărul de moli de gaz degajat;
c) compoziția procentuală a aliajului.

30. Trei probe identice de aliaj format din două metale, fiecare probă cu masa de 20,4 g, se supun următoarelor transformări:
– prima probă se dizolvă într-o soluție de HNO_3 și formează 2,333 g amestec gazos, A, care la 900 mm Hg și 27°C are ρ = 0,393 g/L; ambele metale formează săruri de tipul $M(NO_3)_2$ a căror masă este 59,58 g;
– a doua probă se oxidează complet cu oxigenul din aer, formând un amestec solid, B;
– a treia probă se dizolvă într-o soluție de H_2SO_4, formând un amestec gazos, C.
Determină:
a) natura celor două elemente;
b) masa amestecului B;
c) compoziția în procente de masă a amestecului C.

31. O plăcuță de metal cu 10% impurități se taie în două părți egale. O parte reacționează cu o soluție de H_2SO_4, rezultând 2,963 g de gaz cu $M > 2$ g/mol și 13,94 g de precipitat, cealaltă parte reacționează cu o soluție de HNO_3, rezultând o soluție care consumă pentru electroliză 9 928 C, la un randament de curent de 90%. Determină:
a) masa plăcuței metalice;
b) metalul din care este confecționată plăcuța.

32. Un amestec de 120 g pilitură de fier și cupru reacționează cu 40 g soluție HCl de concentrație 36,5%. Calculează:
a) volumul de gaz degajat (c.n.);
b) compoziția procentuală masică a amestecului de metale;
c) masa de soluție de H_2SO_4 de concentrație 60% cu care reacționează amestecul de metale.

33. 200 mL soluție H_2SO_4 4 *M* reacționează cu 35,2 g aliaj, format din două metale divalente, rezultând un amestec de săruri în raport masic 1 : 1,9. Numai gazul format din reacția primului metal cu acidul se absoarbe în lapte de var și formează 20,2 g sare acidă. Determină:
a) cele două metale;
b) compoziția procentuală a aliajului.

34. 15,2 g amestec format din doi oxizi ai aceluiași metal, cu numere de oxidare care diferă pnntr-o unitate, conțin 11,2 g metal. Cei doi oxizi se află în amestec într-un raport masic egal cu 0,9. Raportul dintre echivalenții chimici ai metalului, în cele două stări de oxidare, este 1,5. Determmați:

a) metalul;
b) raportul molar dintre cei doi oxizi care alcătuiesc amestecul;
c) volumul de H_2SO_4 2 *M* necesar reacției totale a amestecului de oxizi.

35. O statuie care cântărește 4 t este corodată în timp, astfel încât rugineşte în proporție de 2%. Calculează masa statuii ruginite.

36. Navele maritime sunt construite din oțel care este protejat de corodare prin aplicarea vopselei, dar mai ales prin protecție catodică. Metoda constă în fixarea pe vas a unor lingouri de zinc. Zincul, fiind metal mai activ decât fierul, se oxidează mai repede, astfel încât fierul nu se va coroda. se cere:

a) scrie ecuațiile proceselor care au loc la protecția catodică a vasului maritim;
b) la ce intervale de timp trebuie înlocuite aceste lingouri de zinc, astfel încât vasul să nu se corodeze, știind că masa unui lingou de zinc este 2 kg, iar intensitatea curentului din micropila creată este 80 mA.

Rezolvări

2. HNO_3 – agent oxidant în toate reacțiile;
MnO_2 – agent oxidant în reacțiile g), h), i);
MnO_2 – agent reducător în reacția j);
SO_2 – agent reducător în toate reacțiile;
KI – agent reducător în toate reacțiile;
H_2SO_4 – agent reducător în toate reacțiile;
H_2O_2 – agent oxidant în reacțiile r), s), t);
H_2O_2 – agent reducător în reacțiile u), v).

3. a) (–) Fe | Fe^{2+} || Ag^+ | Ag (+);
b) (–) Fe | Fe^{2+} || Cu^{2+} | Cu (+);
c) (–) Pt | Cu^+, Cu^{2+} || MnO_2, Mn^{2+} | Pt (+);
d) (–) Pb | Pb^{2+} || H_3O^+, H_2 | Pt (+);
e) (–) Na | Na^+ || Cl_2, Cl^- | Pt (+);
f) (–) Pt | Sn^{2+}, Sn^{4+} || Cd^{2+} | Cd (+);
g) (–) Hg | Hg^{2+} || Br_2, Br^- | Pt (+).

4. a) $MnO_4^- + 8H_3O^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 12H_2O$ (reducere);
b) $AsO_4^{3-} + 8H_3O^+ + 5e^- \rightleftharpoons AsO_2^- + 12H_2O$ (reducere);
c) $I_2 + 18\ H_2O \rightleftharpoons 2IO_3^- + 12H_3O^+ + 10e^-$ (oxidare);

d) $S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}$ (reducere);

e) $C_2O_4^{2-} \rightleftharpoons 2CO_2 + 2e^-$ (oxidare).

5. 1) a) $2H_3O^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2H_2O$ (reducere);

b) $Mn^{2+} + 6H_2O \rightleftharpoons MnO_2 + 4H_3O^+ + 2e^-$ (oxidare);

c) $2I^- \rightleftharpoons I_2 + 2e^-$ (oxidare);

d) $O_2 + 4H_3O^+ + 4e^- \rightleftharpoons 6H_2O$ (reducere)

e) $I_2 + 6H_2O \rightleftharpoons 2IO^- + 4H_3O^+ + 2e^-$ (oxidare);

f) $IO_3^- + 4H_3O^+ + 4e^- \rightleftharpoons IO^- + 6H_2O$ (reducere)

g) $MnO_4^- + 8H_3O^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 12H_2O$ (reducere)

2) în cazul cuplării semireactiilor c) și e) rezultă o semireactie (proces de oxidare). În cazul cuplării semireactiilor e) și f) se obține ecuația reacției redox:

$2I_2 + IO_3^- + 6H_2O \rightleftharpoons 5IO^- + 4H_3O^+$

6. a) $2IO^{3-} + 10I^- + 12H_3O^+ \rightleftharpoons 6I_2 + 18\ H_2O$

b) $ClO_3^- + 6Fe^{2+} + 6H_3O^+ \rightleftharpoons 6Fe^{3+} + Cl^- + 9H_2O$

c) $2S_2O_3^- + I_2 \rightleftharpoons 2S_4O_6^{2-} + 2I^-$

d) $Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14H_3O^+ \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 3I_2 + 21H_2O$

7. a) $\underset{3a\ moli}{3Ag^+} + \underset{a\ moli}{Al} \rightarrow \underset{3a\ moli}{3Ag^+} + \underset{a\ moli}{Al^{3+}}$

$a = 0{,}04$ moli; $c_{M\,AgNO_3} = 0{,}6M$;

b) $c_{M\,Al(NO_3)_3} = 0{,}2M$;

c) $2Ag + 2H_2SO_4 \rightarrow Ag_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$

$n_{Ag} = 0{,}12$ moli; $V_{s\,H_2SO_4} = 120$ mL;

8. a) $16HCl + 2KMnO_4 \rightarrow 2\ KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 8H_2O$

$Cl^- + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NO_3$

$n_{AgCl} = 3$ moli; $n_{Cl} = 3$ moli $\Rightarrow$ $n_{KCl} = 1$ mol; $n_{MnCl_2} = 1$ mol;

$m_{KCl} = 74{,}5$ g; $m_{MnCl_2} = 126$ g;

b) $n_{AgNO_3} = 3$ moli; $m_{s\ AgNO_3} = 3400$ g soluție 15%;

c) $V_{Cl_2\ separat} = 50{,}12$ L;

d) $V_{s\,KMnO_4} = 0{,}333$ L soluție 3 M.

9. a) $Cl_2 + 2\ KI \rightarrow 2\ KCl + I_2$

$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$

$n_{Na_2S_2O_3} = 0{,}25$ mmoli; $n_{I_2} = n_{Cl_2} = 0{,}125$ mmoli; $m_{probă\ prelevată} = 23{,}2 \cdot 10^{-3}$ g;

23,2 g probă.....$0{,}25 \cdot 10^{-3}$ moli $Na_2S_2O_3$

2,5 g x

$x = 26{,}94$ moli $Na_2S_2O_3$; $V_{s\ Na_2S_2O_3} = 269{,}4$ L soluție 0,1*M*;

b) $Cl_2 + Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$

$23{,}2 \cdot 10^{-3}$ g probă.....$0{,}125 \cdot 10^{-3}$ moli Cl_2

$2{,}5 \cdot 10^{6}$..... y

$y = 13{,}47 \cdot 10^{3}$ moli Cl_2;

$n_{Na_2SO_3} = 13{,}47$ kmoli; $m_{Na_2SO_3\ p=97\%} = 1749{,}7$ kg.

10. a) $KClO_3 + 6HCl \rightarrow KCl + + 3Cl_2 + 3H_2O$

$n_{KClO_3} = 3{,}8$ moli; $n_{Cl_2\ obținut} = 9{,}12$ moli; $m_{Cl_2} = 647{,}52$ g;

b) $n_{HCl} = 22{,}8$ moli; $m_{s\ HCl} = 2280$ g soluție HCl 36,5%;

c) $2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$

$n_{NaCl} = 22{,}8$ moli; $m_{NaCl\ p=70\%} = 1905{,}43$ g;

11. a) $Na + H_2O \rightarrow NaOH + 1/2H_2$

$Na \xrightarrow{\text{oxidare}} Na^+ + 1e^-$; $\quad H_2O + 1\,e^- \xrightarrow{\text{reducere}} HO^- + 1/2H_2$

$n_{H_2} = 0{,}1$ moli; $n_{Na} = 0{,}2$ moli; $m_{Na} = 0{,}2 \cdot 23 = 4{,}6$ g Na;

b) $m_s = m_{H_2O\ reacționat} + m_{NaOH}$; $m_{NaOH} = 8$ g; $m_{H_2O\ reacționat} = 3{,}6$ g; $m_s = 70$ g;

$V_s = 50$ mL; $c_M = 4M$.

12. a) $Na_xHg_y + xH_2O \rightarrow xNaOH + yHg + x/2H_2$

$2NaOH + CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$

$m_{CuSO_4} = 16$ g $\Rightarrow$ $m_{CuSO_4} = 0{,}1$ moli; $m_{H_2O} = m_s - m_{CuSO_4} = 24$ g.

$n_{NaOH} = 0{,}2$ moli $\Rightarrow n_{Na} = 0{,}2$ moli și $n_{H_2O} = 0{,}2$ moli; $m_{H_2O\ reacționat} = 3{,}6$ g;

$m_{H_2O\ finală} = m_{H_2O\ inițial} - m_{H_2O\ reacționată} + m_{H_2O\ din\ sol.\ CuSO_4}$; $m_{H_2O\ finală} = 45{,}4$ g;

$n_{Na_2SO_4} = 0{,}1$ moli; $c_{Na_2SO_4} = 23{,}82\%$.

b) $m_{Na_xHg_y} = m_{Na} + m_{Hg}$; $m_{Na_xHg_y} = 0{,}2 \cdot 23 + m_{Hg} \Rightarrow m_{Hg} = 15{,}4$ g;

% Na = 23 %; % Hg = 77 %.

c) $n_{Cu(OH)_2} = 0{,}1$ moli;

$Cu(OH)_2 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2$

$n_{NH_3} = 0{,}4$ moli; $V_{NH_3} = 0{,}4 \cdot 22{,}4 = 8{,}96$ L NH_3 (c.n.).

13. a) $Na_xHg_y + xH_2O \rightarrow xNaOH + x/2H_2 + yHg$

$NaOH + HNO_3 \rightarrow NaNO_3 + H_2O$

b) $m_{HNO_3} = 6{,}3$ g HNO_3; $n_{HNO_3} = 0{,}1$ moli;

$n_{NaNO_3} = 0{,}1$ moli; $\Rightarrow$ $m_{NaNO_3} = 8{,}5$ g $NaNO_3$.

c) $n_{NaOH} = 0{,}1$ moli; $n_{Na} = 0{,}1$ moli; $m_{Na} = 2{,}3$ g; $m_{Hg} = m_{Na_xHg_y} - m_{Na}$;

$m_{Hg} = 2{,}3$ g;
50% Na; 50 % Hg (aliaj echimasic).

14. a) $ZnS + 3/2O_2 \rightarrow ZnO + SO_2$
$ZnO + C \rightarrow Zn + CO$
$m_{ZnS} = 194$ g; $m_{Zn} = 2 \cdot 65 = 130$ g;

b) $n_{O_2} = 3$ moli; $V = 36{,}9$ L O_2;

c) $n_C = 2$ moli; $m_{cărbune} = 26{,}66$ g.

15. a) $\underset{a \text{ moli}}{Zn} + \underset{2a \text{ moli}}{2HCl} \rightarrow \underset{a \text{ moli}}{ZnCl_2} + \underset{a \text{ moli}}{H_2}$

$\underset{b \text{ moli}}{Zn} + \underset{b \text{ moli}}{H_2SO_4} \rightarrow \underset{b \text{ moli}}{ZnSO_4} + \underset{b \text{ moli}}{H_2}$

$$\begin{cases} a + b = \dfrac{13}{65} \\ \dfrac{a}{b} = \dfrac{1}{2} \end{cases} \qquad \begin{cases} a = 0{,}066 \text{ moli} \\ b = 0{,}133 \text{ moli} \end{cases}$$

$m_{s\,HCl} = 25$ g; $m_{s\,H_2SO_4} = 50$ g; $c\%_{HCl} = 19{,}46$ %; $c\%_{H_2SO_4} = 26{,}07$ %;

b) $m_{ZnCl_2} = 8{,}976$ g; $m_{ZnSO_4} = 21{,}413$ g;

c) $n_{H_2} = 0{,}2$ moli; $V = 4{,}714$ L H_2.

16. a) $\underset{a \text{ moli}}{Zn} + \underset{2a \text{ moli}}{2HCl} \rightarrow \underset{a \text{ moli}}{ZnCl_2} + \underset{a \text{ moli}}{H_2}$

$\underset{b \text{ moli}}{ZnS} + \underset{2b \text{ moli}}{2HCl} \rightarrow \underset{b \text{ moli}}{ZnCl_2} + \underset{b \text{ moli}}{H_2S}$

100 moli amestec gazos ..... 60 moli H_2
$(a + b)$ moli ..... a moli

$$a = \frac{3}{2}b$$

% Zn = 50,13 %; % ZnS = 49,87 %; $a = 0{,}33$ moli Zn; $b = 0{,}22$ moli ZnS;
$n_{HCl} = 1{,}1$ moli; $m_{s\,HCl} = 191{,}19$ g soluție HCl 21 %.

17. a) $2Al + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3$
$AlCl_2 + 3NaOH \rightarrow Al(OH)_3 + 3NaCl$
$2Al(OH)_3 \xrightarrow{t^\circ C} Al_2O_3 + 3H_2O$
$n_{Al_2O_3} = 0{,}3$ moli; $n_{Al} = 0{,}6$ moli; $m_{Al} = 16{,}2$ g Al;

b) $n_{Cl_2} = 0{,}9$ moli; $V_{Cl_2} = 0{,}9 \cdot 22{,}4 = 20{,}16$ L Cl_2 (c.n.);

c) $KClO_3 + 6HCl \rightarrow KCl + 3H_2O + 3Cl_2$
$n_{KClO_3} = 0{,}3$ moli; $m_{KClO_3} = 40{,}83$ g $KClO_3$ de puritate 90%.

18. a) $\underset{2a \text{ moli}}{2Al} + \underset{3/2a \text{ moli}}{3/2O_2} \rightarrow \underset{2a \text{ moli}}{Al_2O_3}$

$\underset{b \text{ moli}}{Al} \rightarrow \underset{b \text{ moli}}{Al}$

$n_{Al} = (2a + b)\cdot 27$; $m_{Al\ impur} = (2a + b)\cdot 27 \cdot \dfrac{100}{99,805}$

$m_{impurități} = (2a + b) = (2a + 6) \cdot 27 \cdot \dfrac{100}{99,805} - (2a + b) \cdot 27;$

$m_{impurități} = (2a + b) \cdot 27 \cdot \dfrac{100}{99,805}$ g;

100 g amestec.....54,228 g Al nereacționat

$(102a + 27b) + (2a + b) \cdot 27 \cdot \dfrac{0,195}{99,805}$ .....$27b$ g Al

$b = 4,49a$;

$p\%_{Al_2O_3} = \dfrac{m_{Al_2O_3}}{m_{Al_2O_3} + m_{Al\ nereacționat} + m_{imp.}} \cdot 100$; $p\%_{Al_2O_3} = 45,62\%$;

b) $\eta = \dfrac{m_{Al\ oxidat}}{m_{Al\ pur\ total}} \cdot 100$; $\eta = 30,816\ \%$.

19. a) 100 g ..... devine 88 g

5 g x

$x = 4,4$ g.

Masa plăcuței de Al devine 4,4 g.

b) $Al + NaOH + 3H_2O \rightarrow Na[Al(OH)_4] + 3/2H_2$

$n_{NaOH\ inițial} = 104$ g; $n_{Al\ reacționat} = 0,6$ g; $n_{Al\ reacționat} = 0,022$ moli.

$n_{NaOH\ reacționat} = 0,022$ moli $\Rightarrow$ $m_{NaOH\ reacționat} = 0,88$ g;

$n_{H_2O\ reacționat} = 0,066$ moli;

$c\%_{NaOH} = \dfrac{m_{NaOH\ inițial} - m_{NaOH\ reacționat}}{m_{Al\ reacționat} + m_{s\ NaOH\ inițial} - m_{H_2\ degajat}} \cdot 100$; $c\%_{NaOH} = 39,58\ \%$.

20. a) $Cu + Cl_2 \rightarrow CuCl_2$

$Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$

$HClO \rightarrow HCl + [O]$

b) $n_{[O]} = 0,5$ moli; $n_{Cl_2\ în\ exces} = 0,5$ moli;

$2HClO + [O] \rightarrow Cl_2 + H_2O$

$m_{HCl} = 36,5$ g;

c) $n_{Cl_2} = 0,6$ moli; $n_{Cl_2\ reacționat\ cu\ Cu} = 0,6 - 0,5 = 0,1$ moli; $m_{Cu} = 6,35$ g.

21. a) $m_a = 63,95$ u;

b) $Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

$CuSO_4 + 2\,NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$
$Cu(OH)_2 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2$

c) $m_{NaOH} = 160$ g $\Rightarrow$ $n_{NaOH} = 4$ moli;
$n_{[Cu(NH_3)_4](OH)_2} = 2$ moli $\Rightarrow$ $m_{[Cu(NH_3)_4](OH)_2} = 315{,}4$ g;

d) $N = 2 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 1{,}2044 \cdot 10^{24}$ atomi Cu.

22. a) $\underset{2x \text{ moli}}{2FeS_2} + \underset{11/2\,x \text{ moli}}{11/2O_2} \rightarrow \underset{x \text{ moli}}{Fe_2O_3} + \underset{4x \text{ moli}}{4SO_2}$

$m_{\text{impurități}} = 2x \cdot 120 \cdot \dfrac{a}{100} = 2{,}4ax$

100 g oxid ..... 94,118 g Fe_2O_3
$160x + 2{,}4ax$ ..... $160x$ g

$a = 4{,}166\%$ impurități, puritatea $FeS_2 = 95{,}83\%$;

$n_{N_2} = 4\,n_{O_2}$; $n_{N_2} = 4 \cdot \dfrac{11}{2}x$ moli; % $N_2 = \dfrac{22x}{26x} \cdot 100 = 84{,}61$ %, deci nu sunt şi alte gaze în amestec;

$m_{FeS_2\ pur} = 958{,}3$ g; $n_{FeS_2} = 7{,}986$ kmoli; $n_{SO_2} = 15{,}972$ kmoli.

$SO_2 + 1/2O_2 \rightarrow SO_3$
$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
$0{,}8m/98$ kmoli $\qquad 0{,}8m/98$ kmoli

Presupunem m masa de oleum: $-\,0{,}2m$ kg SO_3;
$-\,0{,}8m$ kg H_2SO_4;

$m_{oleum} = 1498{,}311$ kg.

23. a) Cei trei oxizi ai fierului sunt: FeO, a moli; Fe_2O_3, b moli; Fe_3O_4, c moli.

$$\begin{cases} 134(a+b+c) = 72a + 160b + 232c \\ \dfrac{73{,}134}{100} = \dfrac{56a + 2 \cdot 56b + 3 \cdot 56c}{72a + 160b + 232c} \end{cases} \Rightarrow a = 2b;\ b = c.$$

Raportul molar al oxizilor: FeO : Fe_2O_3 : Fe_3O_4 = 2 : 1 : 1.
Compoziția în procente molare: 50% FeO; 25% Fe_2O_3; 25% Fe_3O_4.
Compoziția în procente masice: % FeO = 26,86 %; % Fe_2G_3 = 29,85 %; % Fe_3O_4 = 43,28 %.

b) $FeO + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2O$
$Fe_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O$
$Fe_3O_4 + 8\,HCl \rightarrow FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$

24. a) $2FeS_2 + 11/2O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 4SO_2$

$m_{FeS_2\ pur} = y \cdot \dfrac{82}{100}$ g; $m_{\text{impurități}} = y \cdot \dfrac{18}{100}$ g;

$n_{FeS_2} = \dfrac{y \cdot 0{,}82}{120}$ moli; $n_{Fe_2S_3} = \dfrac{y \cdot 0{,}41}{120}$ moli;

$m_{cenușă} = m_{FeS_2} + m_{impurități}$; $m_{cenușă} = y \cdot \frac{82}{100} \cdot 160 + y \cdot \frac{18}{100}$.

$m_{cenușă}$ = ——— · 160 + v

$\left(\frac{16 \cdot 0{,}41 \cdot y}{12} + 0{,}18y\right)$ g ..... $\frac{16 \cdot 0{,}41 \cdot y}{12}$ g Fe_2O_3

100 x

x = 75,23% Fe_2O_3 în cenușă.

b) 75 200 = $\frac{16 \cdot 0{,}41 \cdot y}{12} + 0{,}18y$; y = 103 495,73 g FeS_2 de puritate 82%.

25. a) $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

$3C + 4HNO_3 \rightarrow 3CO_2 + 4NO + 2\,H_2O$

$n_{HNO_3} = 24 \cdot 10^{-3}$ HNO_3; $n_C = 18 \cdot 10^{-3}$ moli;

$m_C = 18 \cdot 10^{-3} \cdot 12 = 0{,}216$ g carbon;

$m_{Fe} = 1{,}6 - 0{,}216 = 1{,}384$ g Fe; % Fe = 86,5 %;.% C = 13,5 %;

b) $n_{gaze} = n_{CO_2} + n_{NO}$; $n_{gaze} = 42 \cdot 10^{-3}$ moli; V = 1,063 L amestec gazos;

$n_{Ca(OH)_2} = 8 \cdot 10^{-3}$ moli; $m_{s\ Ca(OH)_2}$ = 53,28 g soluție $Ca(OH)_2$ 2,5%.

c) $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

26. a) Fe → $5a$ moli; MgX → a moli.

$\underset{5a\text{ moli}}{Fe} + \underset{10a\text{ moli}}{2HCl} \rightarrow \underset{5a\text{ moli}}{FeCl_2} + \underset{5a\text{ moli}}{H_2}$

$\underset{a\text{ moli}}{MgX} + \underset{2a\text{ moli}}{2HCl} \rightarrow MgCl_2 + \underset{a\text{ moli}}{H_2X}$

$\bar{\rho} = \frac{\overline{M}}{22{,}4} \Rightarrow \frac{5a}{6a} \cdot 2 + \frac{a}{6a} \cdot (2 + A_X) = 7{,}33;$

$\begin{cases} \frac{5}{3} + \frac{\cdot 2 + A_X}{6} = 7{,}33 \\ 5a \cdot 56 + a \cdot (2 + A_X) = 67{,}2 \end{cases} \Rightarrow A_X = 32$, deci X = S.

a = 0,2 moli; 1 mol Fe; 0,2 moli MgS; % Fe = 83,33 %; % MgS = 16,66%;

b) n_{HCl} = 2,4 moli; $m_{s\ HCl}$ = 547,5 g soluție HCl 20%.

27. a) $\underset{a\text{ moli}}{M_2S_n} + \underset{3n/2 \cdot a\text{ moli}}{3n/2O_2} \rightarrow \underset{a\text{ moli}}{M_2O_n} + \underset{na\text{ moli}}{nSO_2}$

$m_{M_2S_n} = a(2A_M + 32n) \cdot \frac{100}{96}$;

$n_{O_2} = \frac{3na}{2} \cdot \frac{110}{100} = \frac{3{,}3na}{2}$ moli; $n_{O_2\ exces} = \frac{3{,}3na}{2}$ moli;

$n_{N_2} = 4 \cdot \frac{3{,}3na}{2}$ moli; $n_{SO_2} = na$ moli.

Gazele sulfuroase: $\begin{cases} na \text{ moli } SO_2 \\ 6{,}6na \text{ moli } N_2 \\ 0{,}15na \text{ moli } O_2 \text{ nereacționat} \end{cases} \Rightarrow$ 7,75 *na* moli gaze sulfuroase

$$\% SO_2 = \frac{na}{7{,}75na} \cdot 100 = 12{,}9 \% SO_2 \text{ (\% volumetrice);}$$

$$\%SO_2 = \frac{na \cdot 64}{na \cdot 64 + 6{,}6na \cdot 28 + 0{,}15 \cdot na \cdot 32} \cdot 100 = 25{,}23 \% \text{ (\% masice).}$$

b) 100 g M_2S_n ..... 38,4 g SO_2

$a(2M + 32n) \cdot \frac{100}{96}$ ..... $na \cdot 64$

$M = 64n$; pentru $n = 1$, $M = 64$ şi este Cu;

$Cu_2S + 3/2O_2 \rightarrow Cu_2O + SO_2$

$Cu_2O + 1/2O_2 \rightarrow 2CuO$

% Cu_2O = 95,58 % în procente masice; % Cu_2O = 96 % în procente molare.

28. a) $3Ag + 4HNO_3 \rightarrow 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$

$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

m_{AgCl} = 1,2915 g; n_{AgCl} = 0,009 moli; n_{Ag} = 0,009 moli $\Rightarrow$ m_{Ag} = 0,972 g; %Ag = 78,38 % Ag;

b) n_{HCl} = 0,009 moli; m_{sHCl} = 1,64 g soluție HCl 20%;

c) $AgCl + 2NH_3 \xrightarrow{H_2O} [Ag(NH_3)_2]Cl$

n_{NH_3} = 0,018 moli; m_{NH_3} = 1,8 g soluție NH_3.

29. a) n_{HNO_3} = 51,66 g HNO_3 $\Rightarrow$ n_{HNO_3} = 0,82 moli;

m_{HCl} = 2,19 g HCl $\Rightarrow$ n_{HCl} = 0,06 moli.

$$\underset{3a}{3Cu} + \underset{8a}{8HNO_3} \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + \underset{2a}{2NO} + 4H_2O$$

$$\underset{b}{Au} + \underset{3b}{3HCl} + \underset{b}{HNO_3} \rightarrow AuCl_3 + \underset{b}{NO} + 2H_2O$$

$$\begin{cases} 3a \cdot 63{,}5 + b \cdot 197 = 23{,}14 \\ 8a + b = 0{,}82 \\ 3b = 0{,}06 \end{cases} \Rightarrow b = 0{,}02 \text{ moli; } a = 0{,}1 \text{ moli}$$

Se verifică cealaltă ecuație $\Rightarrow$ Reacția este totală.

b) n_{NO} = 0,22 moli NO.

c) %Cu = 82,97 %; %Au = 17,03 %.

30. a) $\overline{M}$ = 8,164 g/mol; n_{gaze} = 0,2857 moli.

Deoarece $\overline{M}_{gaze}$ = 2 g/mol şi $\overline{M}_{gaze} < M_{NO}$ = 30 g/mol, rezultă că unul dintre metale este situat în seria activității metalelor înaintea H_2, iar celălalt metal din aliaj este situat după H_2.

$$\underset{a\ \text{moli}}{M} + 2HNO_3 \rightarrow \underset{a\ \text{moli}}{M(NO_3)_2} + \underset{a\ \text{moli}}{H_2}$$

$$\underset{3b\ \text{moli}}{3M'} + 8HNO_3 \rightarrow \underset{3b\ \text{moli}}{3M'(NO_3)_2} + \underset{2b\ \text{moli}}{2NO} + H_2O$$

$$\begin{cases} \overline{M} = \dfrac{a}{a+2b}\cdot 2 + \dfrac{2b}{a+2b}\cdot 30 \\ a + 2b = 0{,}2857 \end{cases}$$

$a = 0{,}223$ moli; $b = 0{,}031$ moli, deci: 0,223 moli metal M; 0,093 moli metal M';

$$\begin{cases} 0{,}223 \cdot M + 0{,}093 \cdot M' = 20{,}4 \\ [0{,}223 \cdot (M + 124) + 0{,}093 \cdot (M' + 124) = 59{,}58 \end{cases}$$

M = Zn; M' = Cu;

b) $\underset{a\ \text{moli}}{Zn} + 1/2O_2 \rightarrow \underset{a\ \text{moli}}{ZnO}$

$\underset{b\ \text{moli}}{Cu} + 1/2O_2 \rightarrow \underset{b\ \text{moli}}{CuO}$

$m_{\text{oxizi}} = m_{ZnO} + m_{CuO} \Rightarrow m_{\text{oxizi}} = 18{,}063$ g

c) $\underset{0{,}223\ \text{moli}}{Zn} + H_2SO_4 \rightarrow \underset{0{,}223\ \text{moli}}{ZnSO_4} + H_2$

$\underset{0{,}093\ \text{moli}}{Cu} + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + \underset{0{,}093\ \text{moli}}{SO_2} + 2H_2O.$

% H_2 = 6,97 %; % SO_2 = 0,093 moli 93,03 %.

31. a) masă plăcuță = x g; masă metal = $x \cdot \dfrac{90}{100} = 0{,}9x$ g.

Metalul este situat în seria activității după H_2, deoarece reacționează cu H_2SO_4 și rezultă un gaz cu $M > 2$ g/mol.

$2M + 2nH_2SO_4 \rightarrow M_2(SO_4)_n + nSO_2 + 2nH_2O$

$3M + 4nHNO_3 \rightarrow 3M(NO_3)_n + nNO + 2nH_2O$

Metalul „dizolvat" în HNO_3 formează $M(NO_3)_n$, care prin electroliză va conduce la aceeași cantitate de metal, dar purificat.

$$\begin{cases} \dfrac{0{,}9x}{2} = \dfrac{A \cdot Q}{n \cdot \mathfrak{F}} \cdot \dfrac{\eta}{100} \\ \dfrac{0{,}9nx}{4A} = 0{,}046 \\ \dfrac{0{,}9nx}{4A} \cdot (2A + 96n) = 13{,}94 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{0{,}9x}{2} = \dfrac{A \cdot 9928}{n \cdot 96500} \cdot 0{,}9 \\ \dfrac{0{,}9nx}{4A} = 0{,}046 \\ \dfrac{0{,}9nx}{4A} \cdot (2A + 96n) = 13{,}94 \end{cases}$$

Deci $n = 2$, astfel încât $A = 207$, metalul fiind Pb; $x = 21{,}16$ g.

32. a) $m_{HCl} = 14{,}6$ g HCl; $n_{HCl} = 0{,}4$ moli; $n_{H_2} = 0{,}2$ moli; $V_{H_2} = 4{,}48$ L.

b) $n_{Fe} = 0{,}2$ moli; $m_{Fe} - 11{,}2$ g; $m_{Cu} = 120 - 11{,}2 = 108{,}8$ g; $n_{Cu} = 1{,}7$ moli.
% Fe = 9,33 %; % Cu = 90,66 %.

c) $\underset{0,2\text{ moli}}{Fe} + \underset{0,2\text{ moli}}{H_2SO_4} \rightarrow FeSO_4 + H_2$

$\underset{1,7\text{ moli}}{Cu} + \underset{21,7\text{ moli}}{2H_2SO_4} \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

$n_{H_2SO_4} = 3,6$ moli; $m_{H_2SO_4} = 588$ g soluție H_2SO_4 60%.

33. a) $n_{H_2SO_4} = 0,2 \cdot 4 = 0,8$ moli.

Sărurile celor două metale sunt: MSO_4 și $M'SO_4$

$\underset{a\text{ moli}}{M} + \underset{2a\text{ moli}}{2H_2SO_4} \rightarrow \underset{a\text{ moli}}{MSO_4} + \underset{a\text{ moli}}{SO_2} + 2H_2O$

$\underset{a\text{ moli}}{2SO_2} + Ca(OH)_2 \rightarrow \underset{a\text{ moli}}{Ca(HSO_3)_2}$

$\underset{b\text{ moli}}{M'} + \underset{b\text{ moli}}{H_2SO_4} \rightarrow \underset{b\text{ moli}}{M'SO_4} + H_2$

$$\begin{cases} 2a + b = 0,8 \\ \dfrac{a \cdot (A_M + 96)}{b \cdot (A_M + 96)} = \dfrac{1}{1,9} \\ a \cdot A_M + b \cdot A_M = 35,2 \\ \dfrac{a}{2} \cdot 202 = 20,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,2 \text{ moli} \\ b = 0,4 \text{ moli} \\ A_M = 64 \Rightarrow M = Cu \\ A_{M'} = 56 \Rightarrow M' = Fe \end{cases}$$

b) % Cu = 36,36 %; % Fe = 63,63 %.

34. a) M_2O_n – a moli; m_1 g;

$$\begin{cases} m_1 + m_2 = 15,2 \\ \dfrac{m_1}{m_2} = 0,9 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 7,2 \text{ g } M_2O_n \\ 8 \text{ g } M_2O_m \end{cases}$$

$$\frac{\frac{A_M}{n}}{\frac{A_M}{m}} = 1,5 \Rightarrow m = 1,5n;\ m = n + 1 \Rightarrow n = 2 \text{ și } m = 3.$$

$$\frac{7,2}{2A_M + 2 \cdot 16} \cdot 2A_M + \frac{8}{2A_M + 3 \cdot 16} \cdot 2A_M = 11,2;$$

$A_M^2 - 36,8A_M - 1075,2 = 0$, $\Delta = 5655$.

$A_M = 56$, cealaltă rădăcină fiind < 0, deci metalul este Fe, iar oxizii sunt: FeO și Fe_2O_3

b) $\dfrac{n_{FeO}}{n_{Fe_2O_3}} = \dfrac{2}{1}$

c) $\underset{0,1\text{ moli}}{FeO} + \underset{0,1\text{ moli}}{H_2SO_4} \rightarrow FeSO_4 + H_2O$

$$\underset{0,05\ \text{moli}}{Fe_2O_3} + \underset{0,15\ \text{moli}}{3H_2SO_4} \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

$V_{s\ H_2SO_4} = 0,125$ L soluție H_2SO_4 2 *M*.

35. $m_{Fe\ ruginit} = 4\ t \cdot \frac{2}{100} = 0,08\ t = 80\ kg$

$2Fe + H_2O + 3/2O_2 \rightarrow 2FeO(OH)$

$m_{FeO(OH)} = \frac{80}{56} \cdot 89 = 127,14\ kg$

$m_{statuie\ ruginită} = 4000 - 80 + 127,14 = 4047,14\ kg$

36. a) la anod (–) $Zn \xrightarrow{\text{oxidare}} Zn^{2+} + 2e^-$

la catod (+) $H_2O + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow 2HO^-$

b) $m = \frac{A \cdot I \cdot t}{z \cdot F} \Rightarrow t = \frac{2000\ g \cdot 2 \cdot 96500\ C}{65\frac{g}{mol} \cdot 8 \cdot 10^{-2} A} \Rightarrow t \approx 2$ ani şi 3 luni

Capitolul

7. SUBIECTE DE OLIMPIADĂ

Olimpiada judeţeană 2001, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are trei răspunsuri notate cu literele a, b, c. Răspunsurile pot fi adevărate toate, două, unul sau nici unul. În fiecare căsuţă a tabelului scrie litera A (adevărat), dacă răspunsul este corect sau litera F (fals), dacă-l consideri greşit.

1. Configuraţia electronică exterioară celei de miez atomic al elementelor din grupa 3 (IIIB) este:

a) $ns^2 (n-1) d^1 (n = 2, 3, 4, 5, 6, 7)$;
b) $ns^2 (n-1) d^1 (n = 3, 4, 5, 6, 7)$;
c) $ns^2 (n-1) d^1 (n = 4, 5, 6, 7)$.

2. Configuraţia ionului sulfură o are:

a) ionul de potasiu; b) atomul de argon; c) atomul de potasiu.
(se dau numerele atomice: $_{16}S$, $_{19}K$, $_{18}Ar$,)

3. Elementele care reacţionează cu apa la temperatura obişnuită şi sunt scrise în ordinea descrescătoare a reactivităţii lor se găsesc în şirul:

a) K, Na, Mg; b) K, Na; c) Mg, K, Na.

4. Ordinea corectă a variaţiei caracterului metalic al elementelor din grupa I B este:

a) Cu < Ag < Au; b) Cu > Ag > Au; c) Au < Ag < Cu.

5. O ţesătură prezintă pete de ulei, sulf şi mină de creion. După spălări succesive cu sulfură de carbon, benzină şi apă:

a) toate petele au dispărut;

b) se mențin petele de ulei;
c) se mențin petele de ulei și sulf.

6. O bară de fier se transformă în rugină [Fe O(OH)] în proporție de 40% și cântărește după ruginire 276,8g. Masa inițială a barei de fier a fost de:
a) 692 g; b) 174,16 g; c) 224 g.

7. Alotropia este caracteristica unor substanțe care diferă:
a) prin numărul de atomi din moleculă;
b) prin tip de rețea cristalină;
c) prin unele proprietăți fizice și chimice.

8. După descompunerea termică completă a unei probe de carbonat de magneziu, masa acestuia scade cu 30% (se consideră impuritățile din probă stabile la temperatură). Puritatea probei este:
a) 70%; b) 57,27%; c) 55,55%.

9. Ordinea corectă a variației razei următoarelor specii chimice este:
a) $S^{-2} > Na > Na^{+} > Mg^{+2}$;
b) $S^{-2} < Mg^{+2} < Na^{+} < Na$;
c) $Mg^{+2} < Na^{+} < Na < S^{-2}$.

10. Se dau elementele: $_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{13}Al$, $_{14}Si$, $_{15}P$, $_{16}S$, $_{17}Cl$. Ordinea variației energiei de ionizare primare este corectă în șirul:
a) Cl > P > S > Si > Mg > Al > Na;
b) Na < Mg < Al < P < Si < S < Cl;
c) Na < Al < Mg < Si < S < P < Cl.

Subiectul II

A. a) Se dă șirul de reacții:

$$NH_3 + a + H_2O \rightarrow b;$$
$$b + NaCl \rightarrow c + d;$$
$$c \xrightarrow{t^{\circ}C} e + a + H_2O.$$

Determină substanțele din schemă știind că „d" este denumită și țipirig, iar „b" conține: 60,76%O; 17,72%N; 15,19%C și 6,33%H.

b) O probă de sodă calcinată (soda de rufe) impurificată conține 15 g sodiu. Știind că impuritățile conțin 54,54% sodiu și că ele reprezintă 6,47 % din probă să se calculeze masa probei luată în lucru.

B. Un cristalohidrat cu formula $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ are un conținut de 8,108% Al. Cunoscând solubilitatea acestui compus raportată la sarea anhidră în 100 g H_2O, ca fiind la 0 °C de 24 g, la 50 °C de 34 g și la 80 °C de 42 g. Determină prin calcule:
a) valoarea lui „ *n*".

b) cantitatea de cristalohidrat ce se depune la răcirea a 536 g soluție saturată de la 50 °C la 0 °C.

c) cantitatea de cristalohidrat ce trebuie adăugată celor 536 g soluție saturată la 50 °C, pentru ca să devină saturată la 80 °C.

d) concentrația molară a soluției la 50 °C ($\rho_{sol.}$ = 1,08 g/cm^3).

e) cantitatea de $BaCl_2$ necesară pentru a prepara o soluție ce poate precipita integral soluția saturată la 0^0 C după filtrare și cantitatea de precipitat care se formează.

Subiectul III

Raportul masic Na: Ca: Si în sticla obișnuită este 1,15: 1: 4,2. Știind că ea conține oxizii acestor metale, să se determine formula și compoziția procentuală a elementelor.

Mase atomice: Na: 23; Ca: 40; Si: 28; O: 16; Cu: 64; S: 32; H: 1; Ba: 137; Cl: 35,5; Al: 27; Fe: 56;

Olimpiada națională 2001, clasa a IX-a

Subiectul I

Alege răspunsul/răspunsurile corect/corecte la următoarele probleme:

1. Cunoscând configurația electronică a stratului de valență pentru elementele A - E din perioada 3 (M):

A: $3s^1$; B: $3s^23p^1$; C: $3s^23p^2$; D: $3s^23p^4$; E:$3s^23p^5$;

a) formează legături metalice atomii elementelor A, B și C;

b) formează rețele covalente elementele C și D;

c) în stare solidă, în c.n. se formează legături covalente între atomii elementelor C și respectiv atomii elementului D;

d) se pot forma combinații binare sub formă de solide ionice: AE; BE_3; A_2D; B_2D_3.

2. Elementul al cărui atom are configurația electronică $[_{36}Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^2$:

a) are N.O. = +2;

b) este în grupa a II-a A a sistemului periodic;

c) este un metal din grupa a IV-a A;

d) are N.O =+2, +4.

3. Se dau elementele: $_{15}P$, $_{16}S$, $_{17}Cl$, $_{18}Ar$, $_{19}K$.
a) Elementul cu E_i cea mai mică este K.
b) Ionul cu raza cea mai mare îl formează atomul P.
c) Oxoacidul cel mai tare este format de Cl în starea de oxidare maximă.
d) Formează o hidrură cu caracter bazic, S.

4. Se dau moleculele: CO_2; BH_3; N_2; HCN; CCl_4; H_2O.
a) Sunt nepolare numai: CO_2; N_2 şi CCl_4.
b) Sunt izoelectronice numai: N_2; HCN.
c) Au structuri deficitare în electroni: CO_2 şi BH_3.
d) Sunt nepolare, dar conţin legături polare: CO_2 şi CCl_4.

5. Se dau substanţele: CH_3OH, SO_2, CO_2, NH_3 şi H_2S.
a) Formează legături de hidrogen: H_2S şi NH_3.
b) Punctul de fierbere cel mai ridicat îl are CH_3OH.
c) Formează legături dipol-dipol: CO_2.
d) Formează legături van der Waals de dispersie: SO_2 şi CO_2.

6. Două combinaţii complexe A şi B au formula moleculară $CoH_{15}SN_5BrO_4$. Complexul A formează un precipitat alb la tratarea cu soluţie de $BaCl_2$, iar complexul B formează un precipitat alb-gălbui la tratarea cu o soluţie de $AgNO_3$. Denumirile corecte sunt:
a) A: azotat de tetraamino-bromo-cobalt(III);
b) A: sulfat de pentaamino-bromo-cobalt(III);
c) B: bromură de pentaamino-sulfato-cobalt(III);
d) B: sulfit de tetraamino-aqua-bromo-cobalt(III).

7. Un oristalohidrat cu formula $KAl(SO_4)_2 \cdot nH_2O$ are un conţinut de 67, 51% O. Valoarea lui *n* este:
a) 7; b) 10; c) 5; d) 12.

8. În reacţia fierului, înroşit, cu oxigen se obţine oxid feroferic. Echivalentul chimic al fierului este:
a) 28; b) 56; c) 21; d) 30.

9. Între solubilitatea unei sări anhidre şi concentraţia procentuală a soluţiei saturate, la aceeaşi temperatură, există relaţiile:

a) $c = \frac{100+S}{100-S}$; c) $S = \frac{100-c}{100+c}$

b) $c = \frac{100 \cdot S}{1+S}$; d) $S = \frac{c}{100-c}$

10. Se introduce o mină de creion într-o soluţie ce conţine HNO_3 şi H_2SO_4 obţinându-se un amestec cu următoarea compoziţie volumetrică: 40% CO_2, 20% SO_2 şi 40% NO. Raportul molar $HNO_3 : H_2SO_4$ este:
a) 3 : 1; b) 2:1; c) 1 : 2; d) 1 :1,

Subiectul II

Prin introducerea clorului în sulf topit se obține un compus X (clorură a sulfului) care se prezintă sub forma unui lichid galben închis folosit în anumite procedee de vulcanizare a cauciucului. Știind că prin hidroliza a 3,375 g compus X se obțin 1,2 g sulf alături de SO_2 și HCl, determină:

a) formula empirică (brută) a compusului X folosind egalarea reacției prin metoda algebrică;

b) formula moleculară și structura compusului X, dacă densitatea vaporilor săi în raport cu aerul este 4,671;

c) stările de oxidare ale sulfului și clorului din compusul X;

d) egalarea ecuației de hidroliza folosind metoda redox;

e) tipul procesului care însoțește reacția de la punctul d).

Subiectul III

Se consideră un amestec gazos echimolecular format din: N_2, H_2 și un oxid Y al azotului, a cărui densitate medie la 3,69 atm și 27 °C este 3,8 g/L. Amestecul consumă la ardere 11,2 L (c.n.) aer (20% O_2). După răcirea amestecului rezultat la ardere, acesta se barbotează într-o soluție de NaOH, obținându-se o soluție de $NaNO_3$ de 8,5%. Se cere:

a) formula moleculară a oxidului Y;

b) compoziția amestecului inițial, exprimată în moli și fracția molară a azotului în amestecul rezultat după ardere și răcire;

a) concentrația procentuală a soluției de NaOH necesară în procesul de barbotare;

b) cantitatea de oleum (10% SO_3) necesară preparării unei soluții de H_2SO_4 98% care să neutralizeze soluția de NaOH de la punctul anterior.

Olimpiada județeană 2002, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are trei răspunsuri notate cu literele a, b, c. Răspunsurile pot fi adevărate toate, două, unul sau nici unul. În fiecare căsuță a tabelului scrie litera A (adevărat), dacă răspunsul este corect sau litera F (fals), dacă este greșit.

1. Atomul care are 16 electroni în stratul 4 şi 60 de neutroni are simbolul:
a) $^{106}_{46}E$; b) $^{104}_{46}E$; c) $^{104}_{76}E$.

2. Ordinea corectă a variaţiei razei atomice este în şirul:
a) $Fe^{+3} < Fe^{+2} < Fe$;
b) $I^- > Cl^- > Cl$;
c) $Na^+ < Mg^{+2} < Al^{+3}$.

3. Ordinea corectă a variaţiei caracterului bazic al hidroxizilor de mai jos este:
a) $NaOH > KOH > Ca(OH)_2 > Al(OH)_3$
b) $KOH > NaOH > Al(OH)_3 > Ca(OH)_2$
c) $Al(OH)_3 < Ca(OH)_2 < NaOH < KOH$

4. Se adaugă o masă *m* de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ peste 100 g de soluţie $CuSO_4$ 5% astfel încât soluţia să-şi dubleze concentraţia.
a) Masa *m* de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ adăugată este de 9,259 g.
b) Masa de apă din soluţia finală este egală cu 98,333 g.
c) Masa de $CuSO_4$ anhidru este de 10,925 g.

5. O bară de fier ruginește în proporţie de 56% şi cântăreşte după ruginire 266 g.
a) Masa de rugină [FeO(OH)] formată este de 178 g.
b) Masa iniţială a barei de fier a fost de 200 g.
c) Masa de rugină formată este de 266 g.

6. Se amestecă 40 g soluţie HCl 36,5 % cu 400 cm^3 soluţie NaOH 0,2 *M*.
a) În soluţia de HCl se găsesc 0,4 moli de HCl;
b) Soluţia finală are caracter acid;
c) În soluţia de NaOH se găsesc 3,2 g de NaOH.

7. Considerând că aluminiul este monoizotopic $^{27}_{13}Al$, iar clorul are doi izotopi $^{35}_{17}Cl$ şi $^{37}_{17}Cl$ în proporţie de 75% respectiv 25%, numărul de neutroni din 4 moli de $AlCl_3$ este:
a) $2{,}409 \cdot 10^{24}$ neutroni;
b) $3{,}348 \cdot 10^{25}$ neutroni;
c) $1{,}674 \cdot 10^{26}$ neutroni.

8. Configuraţia electronică a elementelor grupei I B este:
a) $ns^1 (n-1) d^{10}$ (n =3, 4, 5, 6, 7).
b) $ns^2 (n-1) d^9$ 1(n = 4, 5, 6, 7).
c) $ns^1 (n-1) d^{10}$(n = 4, 5, 6, 7).

9. Elementul X are numărul atomic $Z = 50$.
a) Elementul X se găseşte în grupa 14 (IV A).
b) Valenţa elementului poate fi +2, +4.
c) Elementul are caracter nemetalic.

10. Se dau oxizii de mangan: MnO; Mn_2O_3; MnO_2; MnO_3; Mn_2O_7. Aceştia sunt scrişi în ordinea:

a) scăderii stabilităţii oxidului;

b) creşterii stabilităţii oxidului;

c) crescătoare a numărului de oxidare.

Subiectul II

Fie schema de reacţii:

1. $X + Y \rightarrow m$
2. $X + Z \rightarrow d$
3. $Y + Z \rightarrow p$
4. $H_2O + m \rightarrow n$
5. $H_2O + d \rightarrow n + r$
6. $Y + r \rightarrow p + H_2O$
7. $Y + p \rightarrow t$
8. $H_2O + t \rightarrow HNO_3 + p$

Se ştie că elementele X, Y şi Z se găsesc în aceeaşi perioadă a sistemului periodic al elementelor şi că „p'' este un oxid nemetalic instabil. X şiY au valenţele 1, respectiv 2.

a) Determină substanţele din schemă şi scrie ecuaţiile reacţiilor chimice.

b) Calculează volumul de gaz (c.n.) rezultat în urma reacţiei dintre 19,2 g Cu şi o soluţie de HNO_3 concentrat.

Subiectul III

1. Se consideră atomii ipotetici X , Y, Z în care X are pe ultimul strat un electron, Y are şapte electroni iar Z cinci electroni.

a) Modelează şi precizează tipurile de legături pe care le formează cele trei elemente cu hidrogenul.

b) Modelează formarea unui compus al lui Z care să conţină şi legătură coordinativă.

2. Completează în căsuţele tabelului următor, produşii de reacţie în cazul în care sunt posibile reacţiile dintre substanţele din prima coloană cu cele din primul rând şi barează cu X în cazul în care reacţiile nu sunt posibile.

Reactanţi	H_2	O_2	Cl_2	S	HCl	H_2SO_4 (conc sau diluat)
Fe						
Cu						
C						
FeO						

3. Într-un amestec de oxizi FeO, MgO, CuO, elementele Fe, Mg, Cu se află în raport de masă 14:9:8. Calculează raportul molar în care se află cei trei oxizi.

Olimpiada naţională 2002, clasa a IX-a

Subiectul I

1. Pe talerele unei balanţe se află câte un pahar Berzelius. Într-unul se introduc 2 g zinc, iar în celălalt se introduc 1 g zinc şi 1 g magneziu. În fiecare pahar se adaugă câte 50 cm^3 soluţie HCl de concentraţie 1,4 mol/L. Va rămâne echilibrată balanţa după ce au loc reacţiile? Justifică răspunsul prin calcul.

2. Se prepară o soluţie care conţine ioni Mn^{2+}, prin reacţia a 1,584 g mangan pur cu soluţie diluată de acid azotic. Volumul final al soluţiei este 1 L. O probă de 50 mL din această soluţie se diluează până la un volum de 250 mL. Care este concentraţia ionilor Mn^{2+} în soluţia rezultată (în mol/L)?

3. Bromul natural este un amestec de doi izotopi: ^{79}Br şi ^{81}Br, ale căror mase sunt, respectiv: 78,9183 u şi 80, 9163 u. Ştiind că masa atomică a bromului natural este 79, 904, calculează procentele de ^{79}Br şi ^{81}Br în bromul natural.

4. Una dintre cele mai precise determinări de masă moleculară a fost efectuată în anul 1911 de către chimiştii germani Stähler şi Meyer, pentru clorura de potasiu. Experimentul s-a bazat pe descompunerea cloratului de potasiu şi pe măsurarea raportului dintre masa cloratului de potasiu descompus şi masa clorurii de potasiu rezultate. Valoare acestui raport a fost găsită ca fiind 1,64382. Utilizând acest raport şi numai masa atomică a oxigenului, calculează masa moleculară a clorurii de potasiu.

5. O probă de solid cu masa de 8,47 g se introduce într-un flacon cu volumul de 25 mL. Volumul flaconului este completat până la 25 mL cu benzen, în care solidul nu este solubil. Masa probei solide şi a benzenului este de 24,54 g. Ştiind densitatea benzenului (0,879 g/cm^3) calculează densitatea solidului.

Subiectul II

1. Configuraţiile electronice ale ionilor unui metal tranziţional, X, în stările de oxidare +2 şi +3 sunt, respectiv: $[Ar]3d^6$ şi $[Ar]3d^5$.

a) Care este configuraţia electronica a metalului tranzitional?

b) Prin ce reacţii se pot obţine clorurile metalului X în cele două stări de oxidare?

c) Reacţia dintre 0,2540 g clorură a metalului X cu azotat de argint conduce la 0,5740 g precipitat alb. Care este starea de oxidare a metalului în clorură?

d) Un alt metal tranzitional, Y, formează ioni bivalenţi având configuraţia $[Ar]3d^5$. Care este acest metal? Metalul Y formează mai mulţi oxizi: YO, Y_2O_3, Y_3O_4, YO_2, Y_2O_7. Unul dintre aceştia este lichid la temperatura camerei. Care? Cum justifici alegerea făcută? Ce rezultă din reacţia acestui oxid cu apa?

2. Lantanidele formează ioni cu o stare de oxidare comună. Configurația electronică a ionilor în această stare de oxidare este $[Xe]4f^n$.

a) Care este starea de oxidare comună lantanidelor? Pentru ce ion de lantanid numărul de electroni neîmperecheați este maxim? Nu este nevoie să denumești lantanidul.

b) La încălzire în aer, lantanul formează un compus solid de culoare albă, A; prin reacție cu apa lantanul formează un compus B și se observă degajarea unui gaz. Compușii A și B reacționează cu HCl, rezultând soluții limpezi. Prin evaporarea acestor soluții se obține un compus C. Scrie ecuațiile reacțiilor descrise.

3. Trei elemente au următoarele configurații electronice:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$.

Valorile primului potențial de ionizare pentru aceste elemente și ale razelor atomice (nu în ordinea de mai sus) sunt: 0,4189 MJ/mol, 0,7377 MJ/mol, 1,5205 MJ/mol; 1,60, 0,94, 1,97 Å. Atribuie valorile respective celor trei elemente.

4. Propuneți structura Lewis pentru N_2O (gaz ilariant). Determinările experimentale au arătat ca distanța dintre atomii de azot este 1,12 Å, iar între atomul de azot și oxigen este de 1,19 Å. Trebuie să ai în vedere următoarele lungimi de legătură, care se cunosc în compușii azotului: N—N : 1,67 Å; N=N : 1,20 Å; N≡N : 1,10 Å; N—O : 1,47. Å; N=O : 1,15 Å. Cum se pot interpreta valorile lungimilor legăturilor din N_2O?

Subiectul III

1. Clorura de potasiu are aceeași structură cristalină ca și clorura de sodiu. Distanța dintre ionii K^+ și Cl^- este de 3,14 Å, iar densitatea KCl este 1,984 g/cm^3. Cunoscând aceste date și masa moleculară a clorurii de potasiu, calculați valoarea numărului lui Avogadro. Care compus, NaCl sau KCl, are punctul de topire mai ridicat? Dar dintre NaF și NaCl? Explică!

2. Perovskitul este un oxid mixt care conține două tipuri de ioni meralici. Celula elementară este ilustrată în figura 1. Dedu formula chimică a perovskitului și stările de oxidare ale ionilor metalici.

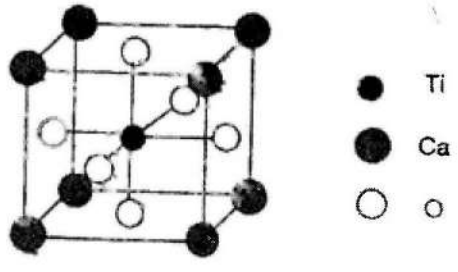


Fig. 1

3. Etilenglicolul, componentă majoră a lichidului antigel, are formula $HO{-}CH_2{-}CH_2{-}OH$ şi este un lichid vâscos cu punctul de fierbere 198 °C. Pentanul, un compus organic cu formula C_5H_{12}, are o masă moleculară apropiată, dar este un lichid nevâscos şi extrem de volatil (p.f. = 36 °C). Explică diferenţele dintre proprietăţile fizice ale celor doi compuşi. Care dintre ei se va dizolva în apa?

Olimpiada judeţeană 2003, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are trei răspunsuri notate cu literele a, b, c .Răspunsurile pot fi adevărate toate, două, unul sau nici unul. În fiecare căsuţă a tabelului scrie litera A (adevărat), dacă răspunsul este corect sau litera F (fals), dacă-l consideri greşit.

1. Fie elementele A, B şi D cu numerele atomice care satisfac relaţiile: suma numerelor atomice ale elementelor A şi B este egală cu numărul atomic al elementului D, suma numerelor atomice pentru A şi D este cu două unităţi mai mare decât numărul atomic al elementului B, iar suma numerelor atomice ale elementelor B şi D este egală cu 15. Elementele A, B şi D şi formula combinaţiei ternare a celor trei elemente, ştiind că B prezintă covalenţa maximă este:

a) K, Cl, O, KClO;
b) K, Cl, O, $KClO_3$;
c) Na, Cl, O, $NaClO_4$.

2. Substanţa A este albă, cristalină, cu p.t. = +801°C, precipită soluţia de azotat de argint, nu poate fi purificată prin recristalizare din apă, joacă un rol important în organism, necesarul zilnic fiind de 5 g. Substanţa A este:

a) clorura de potasiu;
b) clorura de natriu;
c) Na^+Cl^-.

3. O cantitate de oleum conţine 34,122% S. Concentraţia soluţiei de acid sulfuric ce rezultă prin amestecarea oleumului cu o cantitate dublă de apă, încet şi sub agitare este ($\rho_{soluţie}$ = 1,37 g/cm^3):

a) 4,87 *M*; b) 43,38%; c) 34,83%.

4. Un compus ionic este format dintr-un anion A^{2-} şi un cation B^{3+}. Dacă cei doi ioni sunt izoelectronici, numerele atomice ale celor două elemente A şi respectiv B sunt:

a) 8 şi 15; b) 8 şi 13; c) 20 şi 13.

5. Se consideră elementul $_{29}Cu$ şi compuşii: $CuCl_2$; Cu_2Cl_2; $Cu(OH)_2$. Configuraţia electronică a atomului de cupru şi compusul în care cuprul are numărul de oxidare maxim este:

a) [Ar] $3d^{10}4s^1$; $CuCl_2$;
b) [Ar] $3d^9 4s^2$; Cu_2Cl_2;
c) [Ar] $3d^{10}4s^1$; $Cu(OH)_2$.

6. Se prepară 50 g soluţie $BaCl_2$ 12 % pornind de la $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ şi apă.

a) Masa de $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ este egală cu 6 g;
b) Masa de apă adăugată este de 44 g;
c) Masa de apă din soluţie este de 45,04 g.

7. Se consideră elementele Rb, F, Be, Br.

a) Hidrura de rubidiu ca şi hidrura de beriliu sunt combinaţii ionice;
b) Ionii de Rb^+ şi Br^- sunt izoelectronici;
c) Nu se pot forma ioni de F^+, Be^-.

8. Se consideră următoarele specii chimice: Li^+, Rb^+, Cs^+, Na^+, K^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, Be^{2+}, Ga^{3+}. Ordinea crescătoare a razelor ionice este:

a) $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$;
b) $Al^{3+} < Mg^{2+} < Na^+$;
c) $Be^{2+} < Ga^{3+} < Na^+ < Cs^+$.

9. O argilă oxidică are următoarea compoziţie masică: 20,93% Al; 21,71% Si; 55,81% O şi 1,55% H. Formula moleculară a argilei este:

a) $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_4O_2$;
b) $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$;
c) $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.

10. Într-un recipient cu volumul de 10 dm^3 se introduc 560 L aer (20% O_2) şi gazul rezultat la arderea a 320 g de sulf.

a) Presiunea gazelor din recipient măsurată la 25°C este 85,526 atm.
b) După extragerea a 80 g oxigen din recipient masa amestecului de gaze rămase este de 1280 g;
c) După extragerea a 40 g oxigen din recipient masa amestecului de gaze rămase este de 1200 g;

Subiectul II

Determină substanţele notate cu litere, ştiind că 2 g din elementul „X" cu electrovalenţa +2 formează 2,8 g oxid.

$X \xrightarrow[-m]{+c} Ca(OH)_2 \xrightarrow[-p]{+n} NaOH$ $\qquad$ $X \xrightarrow{+a} b \xrightarrow{+c} Ca(OH)_2$

$X \xrightarrow[-m]{+d} e \xrightarrow[-d]{+c} Ca(OH)_2$ $\qquad$ $b + CO_2 \rightarrow p$

Reprezintă structura electronică a lui X;

Explică diferenţele privind caracterul electrochimic al elementelor X, Na, K (X-Na, X-K şi Na-K).

Subiectul III

A. Soluțiile standard de NaOH nu se pot folosi în timp deoarece absorb din aer CO_2 care reacționează cu HO^-, formând CO_3^{2-}; în momentul titrării cu un acid, prezența CO_3^{2-} va determina un consum mai mare de soluție acidă deoarece, pe lângă ionii de HO^-, vor reacționa și CO_3^{2-}. Un chimist care avea 975 mL soluție de NaOH 0,3664 *M* preparată de mai mult timp (care probabil a absorbit CO_2 din aer) a adăugat 10 mL soluție 0,5 *M* de $Ba(OH)_2$, pentru precipitarea totală a ionilor CO_3^{2-}. După ce $BaCO_3$ a fost filtrat, soluția nou obținută s-a titrat pentru a fi restandardizată și s-a găsit o concentrație a ionilor de HO^- de 0,3689 *M*.

Calculează masa de $BaCO_3$ solid care a fost filtrată.

B. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice pentru fiecare din următoarele cazuri:

1. În bazinul de înot se formează acidul hipocloros prin barbotarea unui gaz galben-verzui în apă.

2. O probă de apă ce conține ioni de calciu și bicarbonat formează un precipitat.

Olimpiada națională 2003, clasa a IX-a

Subiectul I

1. Care din structurile electronice de mai jos este/sunt incorectă(e):

a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^n\ 4s^2$

c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

d) $1s^2 2s^2 2p_x^{\ 2} 2p_y$

e) $1s^2 2s^2 p_x^{\ 1} 2p_y^{\ 1} 2p_z^{\ 2}$

2. Care ion(i) bivalent(i) al (ai) unui metal tranzițional are (au) 8 electroni în substratul d:

a). Co^{2+}; b) Ni^{2+}; Cu^{2+}; Cu^{3+}; Pd^{2+}.

3. Câți electroni neîmperecheați are ionul Fe^{2+}:

a) 4; b) 5; c) 6; d) 8; e) nici unul

4. Valorile primului potențial de ionizare ($M \rightarrow M^+ + e^-$) pentru Be, Mg, Sr și Ba sunt, respectiv: 899 kJ/mol; 738 kJ/mol; 549 kJ/mol; 503 kJ/mol. Care este valoarea primului potențial de ionizare pentru Ca:

a) 770 kJ/mol; b) 520 kJ/mol; c) 590 kJ/mol.

5. Raza ionului Li^+ este 0,60 Å iar a ionului Li^{2+} este 0,18 Å. Care din valorile de mai jos corespunde razei ionului Be^{2+}:
a) 0,31 Å; b) 0,15 Å; c) 0,72 Å.

6. Care ion are volumul mai mic:
a) Br^- sau Se^-; b) Br^- sau Rb^+; c) K^+ sau Ca^{2+}.

7. Care din seriile de mai jos este/sunt aşezată/e în sensul scăderii razei:
a) $S^{2-} > P^{3-} > Cl^-$ b)$Br^- > Kr > Rb^+$;
c) $Br^- > Na^+ > Mg^{2+}$;
d) $Cl^- > Cl > Ar$;

8. Atribuie valorile electronegativităților din coloana A elementelor din coloana B:

	A	B			A	B
1)	2,1	a) Ca		4)	3,5	d) Fe
2)	1,8	b) P		5)	0,8	e) O
3)	1,0	c) K				

9. Atribuiți punctele de topire din coloana A substanțelor din coloana B:

	A	B			A	B
1)	1403°C	a) MgF_2		4)	802°C	d) CaF_2
2)	3850°C	b) NaCl		5)	1260°C	e) $PbCl_2$
3)	498°C	c) C (grafit)		6)	1450°C	f) NiF_2

10. Care variante (a sau b; c sau d) sunt corecte:
a) $SnCl_2$: p.t. = 227°C; $SnCl_4$: p. t. = -33°C
b) $SnCl_2$: p.t. = -33°C; $SnCl_4$: p. t. = 227°C
c) $SnBr_4$: p.t. = 31°C; SnI_4: p.t .= 144°C
d) $SnBr_4$: p.t. = 144°C; SnI_4: p.t .= 31°C

11. Care din gazele de mai jos se poate (se pot) culege sub apă:
a) HCl; b) N_2; c) NH_3; d) CO_2; e) H_2S.

12. Care sunt numerele de oxidare ale elementelor din următorii compuşi:

$Na_2S_2O_3$; $[Co(NH_3)_5(NO_2)](NO_3)_2$; NH_4NO_3; Fe_3O_4; Pb_3O_4.

Subiectul II

1. Amoniacul gazos (5 g) reacționează cu acidul clorhidric gazos (10 g) într-un vas cu volumul de 1 litru, la o temperatură de 75°C. Care este presiunea finală la sfârşitul reacției?

2. Praful de puşcă este un amestec de azotat de potasiu, carbon şi sulf, într-un raport de masă de aproximativ 6:1:1. Principala reacţie care are loc la explozie este descrisă de ecuaţia de mai jos:

$$KNO_3(s) + C(s) + S(s) \rightarrow K_2S(s) + N_2(g) + CO_2(g)$$

Explică originea raportului 6:1:1. Un astfel de amestec cu masa de 1 kg explodează într-un vas rezistent cu volumul de 2 litri. Ce presiune este în vas după reacţie, la temperatura de 300°C?

3. 0,245 g metal reacţionează cu oxigenul rezultând 0,4083 g oxid. 0,225 g din acelaşi metal reacţionează cu azotul formând 0,3125 compus X. Care este formula compusului X?

4. În sinteza directă a HCl din elemente se folosesc hidrogenul şi clorul obţinute prin electroliza unei soluţii apoase de NaCl. La unul din electrozi se degajă 9,545 litri hidrogen (măsuraţi la 1 atm şi 18°C), în timp ce la celălalt electrod se obţin 28,362 g clor. Ce volum de soluţie 36% se obţine prin dizolvarea în apă a acidului clorhidric (ρ_{sol} = 1,18 g/cm^3). Ştiind că în natură clorul se găseşte sub forma a doi izotopi (^{35}Cl şi ^{37}Cl) să se calculeze abundenţa relativă a celor doi izotopi în clorura de sodiu naturală. Se dă masa atomică a hidrogenului.

5. O substanţă gazoasă se descompune într-un vas închis după schema:

$$X(g) \rightarrow Y(g) + 2Z(g)$$

Presiunea iniţială în vas a fost 1 atm. Ce procent din substanţa X s-a descompus în momentul în care presiunea din vas este 1,3 atm?

Subiectul III

1. Să se identifice substanţele din schema de mai jos:

a (topitură) → b + c (la electroliză)	(1)
b + d → e	(2)
e + b → Na_2O	(3)
e + f → g + d	(4)
Na_2O + f → g	(5)
h + HCl → a + f + H_2O	(6)

Ce aplicaţie practică propui pentru reacţia (4)?

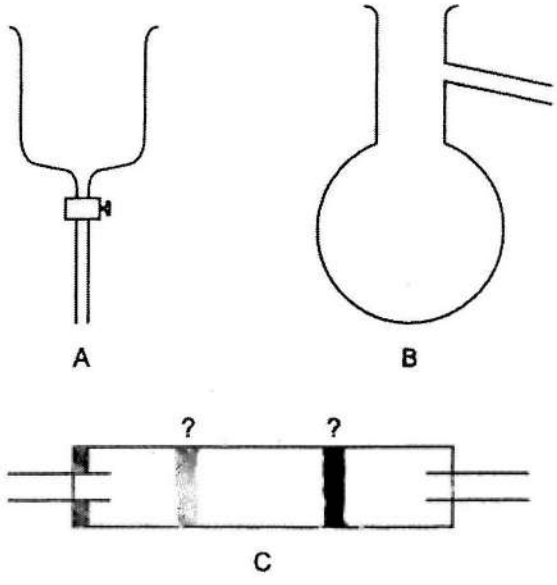
2. Utilizând apa grea, D_2O, ca singura sursă de deuteriu, propune căi de sinteză pentru următorii compuşi:

a) D_2SO_4; b) NaOD; ; c) NaD; ; d) DH; ; e) NH_2D.

3. Hidrogenul natural se găseşte sub forma a trei izotopi: ^{1}H (99,985%), ^{2}H (D) (0,015%), ^{3}H (T) (10^{-20}%). Oxigenul natural prezintă şi el trei izotopi: ^{16}O (99,759%),

^{17}O (0,037%) şi ^{18}O (0,204%). Câte specii (izotopomeri) se găsesc în apa rezultată prin arderea hidrogenului în oxigen? Desenează structurile lor. Clorul natural este format din doi izotopi ^{39}K şi ^{41}K. Câți izotopomeri se găsesc în natură, ştiind că potasiul natural are tot doi izotopi: formează în urma reacției dintre potasiu şi clor?

4. În figura de mai jos sunt reprezentate componentele unei instalații pentru ilustrarea variației electronegativității halogenilor (Cl_2, Br_2, I_2). Tubul C conține două tampoane îmbibate cu două halogenuri. Arată cum se poate monta şi utiliza instalația în vederea realizării scopului propus. Ai la dispoziție următorii reactivi: soluție HCl 36%; clorat de potasiu; bromură de potasiu; iodură de potasiu, apă distilată.



Olimpiada județeană 2004, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are trei răspunsuri notate cu literele a, b, c. Pot fi corecte toate cele trei răspunsuri, două, unul sau nici unul. În tabelul ataşat filelor de examen, vei completa fiecare căsuță corespunzător, cu litera A pentru răspuns corect şi cu litera F pentru răspuns fals.

1. Seria care corespunde creşterii energiei de ionizare primare este:
a) O < N < F < Ne;
b) Na < Al < Mg < Si;
c) Li < Be < B < C.

2. x atomi ai unui element din grupa a 15-a, perioada a 3-a, cu masa atomică 31 u. conțin în învelișul electronic $9 \cdot 10^{17}$ electroni. Masa celor x atomi este:
a) $3{,}09 \cdot 10^{-6}$ g; b) $30{,}9 \cdot 10^{-6}$ g; c) $4{,}35 \cdot 10^{-6}$ g.

3. Speciile chimice care au configurația electronică $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ sunt:
a) Br^-, Sr^{2+}, Zn^{2+};
b) Rb^+, Br^-, Kr;
c) Y^{3+}, Sr^{2+}, Br.

4. Metalul al cărui hidroxid conține 61,54% oxigen este:
a) Na; b) Mg; c) Al.

5. Se calcinează 400 g $NaHCO_3$ de puritate 84% și rezultă un amestec cu masa 338 g format din Na_2CO_3, $NaHCO_3$ și impurități. Compoziția procentuală masică a amestecului rezultat este:
a) 34,3% Na_2CO_3, 50,1% $NaHCO_3$, 15,6% impurități;
b) 31,4% Na_2CO_3, 49,7% $NaHCO_3$, 18,9% impurități;
c) 26,6% Na_2CO_3, 54,5% $NaHCO_3$, 18,9% impurități.

6. În 100 g de soluție HCl 21,9% se introduc 20,7 g sodiu care reacționează cantitativ.
a) Concentrația procentuală de masă a clorurii de sodiu este 29,29%;
b) Concentrația procentuală a hidroxidului de sodiu este 10,02%;
c) Prin adăugarea de fenolftaleină, soluția se înroșește.

7. Proprietatea comună pentru moleculele H_2, Cl_2, N_2 este:
a) densitatea norului electronic este distribuită simetric între cele două nuclee;
b) între atomi există legături simple covalente nepolare;
c) moleculele sunt izoelectronice.

8. Punctele de topire ale substanțelor scad în ordinea:
a) $HBr > H_2O > HCl > O_2 > H_2$;
b) $HBr > HCl > H_2O > O_2 > H_2$;
c) $H_2O > HBr > HCl > O_2 > H_2$.

9. 180,8 g de fier tehnic impurificat cu 7,08% cupru reacționează la rece cu 1470 g soluție diluată de acid sulfuric ($\rho = 1{,}143$ g/cm^3). Considerând că în soluția finală nu mai există H_2SO_4, sunt adevărate următoarele propoziții:
a) concentrația procentuală a soluției de acid sulfuric este 15%;
b) concentrația procentuală a soluției de sare obținută este 30%;
c) după separarea impurităților prin filtrare, acestea se dizolvă total în 41,625 g HNO_3 63%.

10. Carbonatul de cupru se descompune termic la 900°C cu un randament de 75%. Amestecul solid rezultat din 4 moli $CuCO_3$ se tratează cu o soluție de H_2SO_4 49%. Sunt corecte propozițiile:
a) masa soluției de H_2SO_4 utilizată este 392 g;

b) concentrația procentuală a soluției de $CuSO_4$ este 57,14%;

c) masa de piatră vânătă ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) rezultată prin evaporarea apei, este 1000 g.

Subiectul II

Prin stocare, cristalohidratul de sulfat de sodiu ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) pierde o parte din apa de cristalizare. Pentru a determina conținutul de apă de cristalizare a sulfatului de sodiu, s-au dizolvat în apă 14,3 g cristalohidrat, iar soluția obținută a fost tratată cu exces de soluție de clorură de bariu. Precipitatul a fost filtrat, uscat și cântărit, determinându-se masa de 11,667 g. Calculează:

a) procentul de apă pierdut de cristalohidrat, prin stocare;

b) masa de cristalohidrat stocat, necesară pentru a obține 1500 g soluție de sulfat de sodiu de concentrație procentuală masică 14,2%;

c) masa de apă care trebuie evaporată din soluția de la punctul b) pentru a concentra soluția la 20%;

d) masa de cristalohidrat stocat care trebuie adăugată în soluția preparată la punctul b) pentru a ajunge la concentrația de 20%.

Subiectul III

Un volum de 160 cm^3 de soluție de hidroxid de potasiu (ρ =1,023 g/cm^3) de concentrație 0,5M se neutralizează complet cu 100 cm^3 soluție (ρ =1,018 g/cm^3) care conține HCl și H_2SO_4 în amestec. Se evaporă apa și se obține un amestec de săruri cu masa 6,71 g. Determină:

a) concentrația molară inițială a amestecului de acizi;

b) concentrația procentuală de masă a sărurilor din soluție, înainte de evaporarea apei.

Olimpiada națională 2004, clasa a IX-a

Subiectul I

1. Pentru un anumit element din tabelul periodic, valorile primelor patru energii de ionizare sunt: 0,7; 1,5; 7,7; 10,5 MJ/mol.

a) Cărei grupe din tabelul periodic îi aparține acest element?

b) Ce formulă are compusul acestui element cu fluorul?

2. Presupunând că s-ar descoperi un element chimic având $Z = 117$, precizează:
a) grupa din sistemul periodic în care s-ar situa;
b) Formula compusului acestui element cu calciul.

3. Majoritatea proprietăților fizice ale elementelor variază în mod regulat într-o grupă. Examinând datele de mai jos, estimează în ce interval se va găsi punctul de fierbere al argonului: P. f. (°C): He: –269; Ne: –246; Kr: –153; Xe: –108.

4. Întrebat care substanță are punctul de fierbere cel mai coborât, dintre toate substanțele cunoscute, un elev a răspuns: „heliul".
a) Este acest răspuns corect?
b) Justifică!

5. Descoperirea primului gaz inert, argonul (1895), a fost extrem de importantă pentru așezarea definitivă pe baze științifice a tabelului periodic. Explică de ce!

6. Care element, din fiecare din perechile de mai jos, are prima energie de ionizare mai mică:
a) Na sau K; b) Na sau Mg; c) S sau Cl;
d) Ar sau K; e) O sau F?

7. Compară următoarele proprietăți ale radiului cu acelea ale celorlalte metale alcalino-pământoase:
a) raza ionică;
b) prima energie de ionizare;
c) electronegativitatea;
d) valența;
e) punctul de topire.

Subiectul II

1. Fluorura de sodiu are punctul de topire mai ridicat decât clorura de sodiu, pe când tetrafluorura de carbon, CF_4, are punctul de topire mai mic decât tetraclorura de carbon, CCl_4.
a) Explică acest lucru.
b) Precizează ce compus va avea punctul de topire mai ridicat: NaCl sau NaBr? $SiCl_4$ sau $SiBr_4$?

2. Una din varietățile de gheață are structura asemănătoare cu a diamantului. Explică și desenează cum se formează structura de tip diamant în acel tip de gheață.

3. Ionul HF_2^- (bifluorură) se formează pe baza unei legături de hidrogen foarte puternice. Desenează-i structura! În anumite solide care au fost cristalizate din apă au fost puși în evidență ioni având formula $H_5O_2^+$ și $H_9O_4^+$, rezultați tot prin coexistența legăturilor covalente și a celor de hidrogen. Desenează-le structurile!

Subiectul III

1. 1 litru de Cl_2 reacționează cu 3 litri F_2, rezultând 2 litri produs gazos X. Ce formulă are compusul X?

2. Un vas care conține 1,6 grame oxigen poate conține, în aceleași condiții de temperatură și presiune, 2,9 g compus X. Care este masa moleculară a compusului X?

3. Un amestec de H_2 și AsH_3 este încălzit până la descompunerea totală a hidrogenului arseniat. După revenirea la condițiile inițiale, se constată că volumul a crescut cu 10%. Calculează compoziția, în procente de volum, a amestecului inițial.

4. 4,8 grame de molibden reacționează cu un element X, formând compusul Mo_2X_3. Întreaga cantitate de compus Mo_2X_3 formată reacționează cu bariul pentru a forma compusul BaX. Compusul BaX reacționează cu potasiul, formându-se 8,25 grame K_2X.

a. Identifică elementul X;

b. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice.

5. Un vas de oțel conține SO_3 la 227 °C și 16,4 atm. Dacă se ridică temperatura la 727 °C, o parte din trioxidul de sulf se descompune după reacția:

$$SO_3 \rightarrow SO_2 + 1/2O_2$$

și presiunea atinge valoarea 36,9 atm. Ce procent din trioxidul de sulf s-a descompus?

6. Din 1000 g soluție de $Ba(NO_3)_2$, saturată la 100 °C, prin răcire la 40 °C cristalizează 149 g $Ba(NO_3)_2$. Calculează concentrația, în procente de masă, a soluției de $Ba(NO_3)_2$ saturată la 40 °C. (100 g apă la 100 °C dizolvă 34,2 g $Ba(NO_3)_2$.)

Subiectul IV

1. Pentru a determina compoziția unui eșantion de sodă cristalizată impurificată cu CaS, se prelevează 3,04 g de probă și se tratează cu soluție de HCl 2 *M*. Prin barbotarea gazului rezultat într-un vas cu apă de var se constată o creștere a masei vasului cu 0,525 g. Soluția obținută reacționează complet cu 25 mL soluție $AgNO_3$ 1 *M*. Se cer:

a) ecuațiile reacțiilor descrise;

b) formula cristalohidratului;

c) compoziția, în procente de masă, a eșantionului analizat.

2. O probă de sodă cristalizată, impurificată cu carbonat de litiu anhidru și având masa de 5,37 g se calcinează timp îndelungat, constatându-se o scădere a masei cu 3,10 g. O probă cu aceeași masă reacționează complet cu 50 mL soluție HCl 2 *M*.

a) scrie ecuațiile reacțiilor chimice;

b) determină formula cristalohidratului.

Olimpiada judeţeană 2005, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are trei răspunsuri notate cu literele a, b, c. Pot fi corecte toate cele trei răspunsuri, două, unul sau nici unul. În tabelul ataşat filelor de examen, vei completa fiecare căsuţă corespunzător cu litera A pentru răspuns corect şi litera F pentru răspuns fals.

1. Se dau elementele $_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{13}Al$, $_{14}Si$, $_{15}P$, $_{16}S$, $_{17}Cl$. Ordinea variaţiei energiei de ionizare primare este:

a) Na < Al < Mg < Si < S < P < Cl;
b) Na < Mg < Al < Si < P < S < Cl;
c) Cl > P > S > Si > Mg > Al > Na.

2. Se dau compuşii: H_2, CO_2, N_2, CCl_4, SO_2, CS_2, Cl_2, O_3. Au molecula nepolară:

a) H_2, CO_2, N_2, SO_2, CCl_4, Cl_2;
b) H_2, CO_2, O_3, CCl_4, Cl_2, CS_2;
c) N_2, H_2, Cl_2, CCl_4, CO_2, O_3.

3. Ordinea corectă a creşterii punctelor de fierbere în cazul următoarelor substanţe: Cl_2, HCl, NaCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $AlCl_3$ este:

a) $HCl < Cl_2 < NaCl < MgCl_2 < CaCl_2 < AlCl_3$
b) $Cl_2 < HCl < MgCl_2 < NaCl < CaCl_2 < AlCl_3$
c) $Cl_2 < HCl < NaCl < MgCl_2 < CaCl_2 < AlCl_3$

4. Coeficientul de solubilitate al sulfatului de cupru la 20 °C este de 21 g, iar la 60 °C este de 39 g. Masa de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ care se depune prin răcirea a 400 g de soluţie saturată de sulfat de cupru de la 60 °C la 20 °C este:

a) 91,77 g; b) 93,3 g; c) 125,7 g.

5. O masă de 200 g oleum se neutralizează complet cu 2,087 L soluţie de NaOH de concentraţie 2 *M* (ρ = 1,083 g / mL).

a) concentraţia în procente de masă a SO_3 în oleum este de 10,05%;

b) masa de apă care adăugată peste oleumul iniţial formează o soluţie de H_2SO_4 cu concentraţia 90% este de 27,25 g;

c) masa de soluţie de sare obţinută este de 2,7 kg.

6. Un amestec format din clorură de litiu şi clorură de potasiu cu masa de 38,3 g reacţionează cu cantitatea corespunzătoare de azotat de argint, formându-se 86,1 g de precipitat alb.

a) compoziţia în procente de masă a amestecului de cloruri este: 22,19% LiCl şi 77,81% KCl.

b) procentul de clor din amestecul inițial de cloruri este 55,61%;

c) masa amestecului solid format la calcinarea sărurilor obținute în soluție, după precipitare este 37 g.

7. Care din următoarele serii conțin numai substanțe care conduc curentul electric în soluție apoasă:

a) KNO_3 ; NH_4Cl ; NaOH; b) NaCl ; HCl; NH_3;

c) KOH ; H_2SO_4 ; $AlCl_3$.

8. Cunoscând că 0,2665 g din substanța $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ reacționează total cu 30 mL soluție 0,1 *M* de $AgNO_3$, formula structurală corectă este:

a) $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$; b) $[Cr(H_2O)_5Cl]\,Cl_2 \cdot H_2O$;

c) $[Cr(H_2O)_4Cl_2]\,Cl \cdot 2H_2O$.

9. Piatra acră are formula moleculară $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Concentrația procentuală a soluției obținute prin dizolvarea a 2,76 g de piatră acră în 200 g de apă este:

a) 1,36%; b) 0,74%; c) 1,23%.

10. Între coeficientul de solubilitate al unei sări anhidre și concentrația procentuală de masă a soluției saturate, la aceeași temperatură, există relația:

a) $c = \frac{100 \cdot s}{100 + s}$; b) $s = \frac{100 \cdot c}{100 - c}$; c) $100 = \frac{c \cdot s}{s - c}$.

Subiectul II

A O substanță gazoasă are formula moleculară AB_2. Știind că elementele A și B au electronul distinctiv în stratul L și că formează hidrurile AH_4 si H_2B, se cere:

a) să se stabilească natura compușilor AB_2, AH_4 si H_2B și formulele de structură (Lewis) pentru cele trei molecule.

b) un amestec format din gazul AB_2 și un gaz necunoscut conține 57,9% AB_2 (în procente de masă) și are densitatea în raport cu aerul 1,357. Să se determine masa molară a gazului necunoscut.

B O mină de creion cu masa de 4,8 g se introduce într-un amestec obținut din soluție de HNO_3 de concentrație 50% și soluție de H_2SO_4 de concentrație 80%. Amestecul gazos format în urma reacției totale are compoziția volumetrică 40% CO_2; 20% SO_2 și 40% NO. Se cere:

a) raportul molar HNO_3: H_2SO_4 în amestec;

b) masele soluțiilor de acizi care formează amestecul.

Subiectul III

Un amestec de oxid și peroxid ai aceluiași metal are masa 0,92 g. Amestecul se tratează cu apă și se degajă 56 cm^3 (c.n.) gaz. Pentru neutralizarea soluției de bază

rezultată sunt necesari 30 mL soluție de HCl de concentrație 1 *M*. După neutralizare și evaporare a apei se obține un cristalohidrat cu 49,31% H_2O. Determină:

a) formulele oxidului și peroxidului metalic;

b) formula și masa de cristalohidrat obținut.

Olimpiada națională 2005, clasa a IX-a

Subiectul I

Există un singur răspuns corect la fiecare item din testul grilă.

1. Se dă elementul A, având $Z = 29$, care participă la următoarele transformări:

$A + O_2 \rightarrow B$
$B + H_2SO_4 \rightarrow C + H_2O$
$A + H_2SO_4 \rightarrow C + D + H_2O$
$C + NaOH \rightarrow E + F$
$E + NH_3 \rightarrow G$

Elementul A este:
a) Zn; b) Cu; c) Al; d) Fe; e) S.

2. Din 40 grame soluție saturată la 20 °C a unei cloruri metalice MCl_3, având concentrația 31,5%, se evaporă 4 grame de apă și se depun 5,3 g cristalohidrat $MCl_3 \cdot 6H_2O$. Cationul sării este:
a) Fe^{3+}; b) Al^{3+}; c) Cr^{3+}; d) $GaCl_3$; e) $RuCl_3$.

3. Substanța anorganică X, având în molecula elementele N, H, O se descompune la 170 °C și formează substanța Y, în care N și O se găsesc în raportul masic 7: 4 și substanța Z, în care elementele chimice H și O se găsesc în raportul masic 1: 8. Substanța X este:
a) HNO_3; b) HNO_2; c) NH_4NO_3; d) NH_4NO_2; e) H_2NOH.

4. Substanța Y este: a) N_2O_5; b) NO_2; c) NO; d) N_2O; e) N_2O_3.

5. Substanța Z este: a) H_2O; b) H_2O_2; c) HNO_2; d) HNO_3; e) H_2NOH.

6. Masa de $K_2Cr_2O_7$ necesară preparării a 500 mL soluție 0,1 M este:
a) 7,35 g; b) 29,40 g; c) 14,70 g; d) 1,47 g; e) 2,94 g.

7. Se dau substanțele: a) zahăr, b) $CuSO_4$, c) SO_2, d) grafit, e) S_8, f) SiO_2, g) P_4, h) $Ba(NO_3)_2$
a) sunt solubile în apă – a, b, c, h;
b) sunt solubile în benzina – a, d, e, f;

c) sunt insolubile în solvenți organici și în apa – e și f;
d) sunt solubile în solvenți polari – d, g, f;
e) sunt solubile în solvenți nepolari – b, e și g.

8. Un element chimic X formează o clorură care conține 34,66 % X .
a) elementul chimic X este cromul;
b) clorura respectivă reacționează cu fericianura de potasiu, formând un compus de culoare albastră;
c) formula clorurii este XCl_2;
d) în reacția clorurii cu soluție de NaOH, se formează un precipitat roșu-brun;
e) metalul X are caracter amfoter.

9. O monedă de argint care cântărește 5,82 g este dizolvată în HNO_3 concentrat. La adăugarea unei soluții de NaCl, se obțin 7,20 g precipitat.
a) procentul de argint din monedă este 93,1%;
b) AgCl și NaCl sunt substanțe ionice foarte solubile în apă;
c) procentul de argint din moneda este de 39,1 %;
d) AgCl este insolubilă în soluție de amoniac;
e) masa soluției finale este egală cu suma maselor soluțiilor de azotat de argint și clorura de sodiu.

10. Hidrazina este unul din compușii azotului cu hidrogenul, având formula N_2H_4. Distanta dintre atomii de azot din hidrazină este 1,47 Å.
a) distanța dintre atomii de azot din molecula de hidrazină este mai mare decât în molecula de azot;
b) hidrazina nu are caracter bazic;
c) hidrazina are punctual de fierbere mai scăzut decât amoniacul;
d) hidrazina este utilizată drept combustibil pentru motoarele rachetelor deoarece reacția ei cu oxigenul este puternic endotermă;
e) hidrazina este materie primă pentru obținerea industrială a acidului azotic.

Subiectul II

1. Într-un vas de 5 L are loc, la 200°C, descompunerea PCl_5. Dacă se descompun 60% din cantitatea de PCl_5, determină numărul inițial de moli de $PCl_5(g)$ din vas. Valoarea constantei de echilibru, în condițiile date, este $K_c = 2 \cdot 10^{-2}$ mol/L.

2. Pentru reacția:

$$A \rightleftharpoons 3B + C$$

s-au luat în lucru 2 moli/L substanță A. Care este valoarea lui K_c, dacă la echilibru s-au găsit 0,25 mol/L substanță A.

3. Un amestec de hidrogen și clor dintr-un vas închis este expus radiației luminoase. După un anumit timp, întrerupându-se iradierea, s-a constatat o reducere a conținutului de clor la 20 % din masa inițială și formarea unui amestec care conține 30% HCl (volumetric). Stabilește compoziția volumetrică a amestecului inițial.

4. Ca orice acid, acidul acetic, care este un acid slab, reacționează cu metalele mai active decât hidrogenul. Dacă, într-un experiment, acidul acetic reacționează cu zincul și în eprubetă se adaugă acetat de sodiu, se observă că degajarea de hidrogen încetează aproape complet. Explică de ce.

Subiectul III

1. Completează următoarele ecuații chimice:

a) $NH_4Al(SO_4)_2 + NaOH\ (exces) \rightarrow$

b) $CaCO_3 \cdot MgCO_3 \rightarrow$

c) $PbO_2 + 4HCl \rightarrow ? + PbCl_2 + 2H_2O$

d) $SnCl_4 \rightarrow ? + Cl_2$

e) $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + HCl \rightarrow$

f) $NO_2 + NaOH \rightarrow$

g) $SO_2 + Cl_2 + 2Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4 + ? + 2H_2O$

h) $GeCl_2 + Cl_2 \rightarrow$

2. Indică ce particule există în soluțiile rezultate prin dizolvarea în apă a următoarelor substanțe:

a) Cl_2; b) $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$;

c) $[Co(NH_3)_6](NO_3)_3$; d) $[Pt(NH_3)_5Cl]Cl_3$;

e) $Cl_2 + NaI$ (exces).

Subiectul IV

O cantitate de 6,90 g amestec de carbonat bazic de cupru și praf de cărbune în exces se calcinează la 500 °C, în absența aerului, și se obțin 4,25 g reziduu. Se cer:

a) ecuațiile reacțiilor, dacă gazul degajat la calcinarea amestecului a fost în întregime absorbit de o soluție alcalină;

b) compoziția amestecului în procente de masă.

Olimpiada județeană 2006, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are trei răspunsuri notate cu literele a, b, c. Pot fi corecte toate cele trei răspunsuri, două, unul sau nici unul. Vei completa în tabel corespunzător cu litera A pentru răspuns corect și litera F pentru răspuns fals.

1. Sunt corecte afirmațiile:

a) În perioada a 4-a sunt cel mult 6 elemente la care substratul 3d este complet ocupat;

b) Numărul maxim de electroni necuplați care pot exista în învelișul electronic al unui element din perioada a 4-a este egal cu 6;

c) Elementele Ba ($Z = 56$) și Zn ($Z = 30$) au pe ultimul strat același număr de electroni.

2. Sunt incorecte afirmațiile:

a) Izotopul cu $n = 75$ și $A = 131$ aparține unui metal alcalino-pământos;

b) Elementul cu configurația [Ar] $3d^{10}4s^2$ este plasat în blocul de elemente *s*;

c) Atomii gazelor rare au totdeauna configurații de octet pe ultimul strat.

3. Este mai mare:

a) Raza ionului $_{29}Cu^+$ decât a ionului Cu^{2+};

b) Volumul anionului clorului ($Z = 17$) decât volumul cationului potasiului ($Z = 19$);

c) Volumul atomului de clor decât volumul atomului de potasiu.

4. În perioada a 3-a cresc de la stânga spre dreapta:

a) Energia de ionizare;

b) Tăria acizilor oxigenați superiori corespunzători nemetalelor;

c) Tăria bazelor corespunzătoare metalelor

5. Sunt corecte afirmațiile

a) Bromura de argint este o substanță ionică ușor solubilă în apă;

b) $CaCO_3$ conduce curentul electric în soluție apoasă;

c) Sarcina ionului metalic central este mai mare în. hidroxidul de tetraaminocupru (II) decât în hexacianoferatul (III) de potasiu.

6. Sunt incorecte afirmațiile.

a) Molecula de dioxid de sulf are geometrie liniară;

b) Molecula de dioxid de azot prezintă un electron neîmperecheat;

c) Seria CO_2, N_2, CH_4 conține numai molecule nepolare.

7. Are temperatura de fierbere mai ridicată:

a) apa decât HF;

b) HCl decât Br_2;

c) Amoniacul decât iodul.

8. Coeficientul de solubilitate al KCl este, la o temperatură dată, de 28 g KCl/ /100 g apă. Soluția saturată are densitatea 1,15 g/mL:

a) Concentrația procentuală a soluției saturate este de 28 %;

b) Concentrația molară a soluției saturate este 3,38 moli/L;

c) Un litru de soluție saturată de KCl reacționează total cu 5,74 kg soluție de $AgNO_3$ 10 %.

9. O probă de carbonat de magneziu cristalizat cu x molecule de apă s-a supus încălzirii până la încetarea degajării de gaz. Gazele rezultate au mărit masa unei soluții de acid sulfuric cu 9 g și apoi au depus 10 g precipitat la trecerea printr-un vas cu lapte de var:

a) Valoarea lui x este 7;

b) Masa probei inițiale a fost de 17,4 g;

c) Procentul de apă în cristalohidrat este de 51,72 %.

10. Un elev dorește să prepare 250 mL de soluție 0,2 M de Na_2SO_4. Cum este corect să lucreze?

a) 28,4 g de Na_2SO_4 trebuie dizolvate în 250 mL de apă într-un vas suficient de mare;

b) 7,10 g de Na_2SO_4 trebuie dizolvate într-o cantitate suficientă de apă pentru a umple un cilindru gradat până la semnul de 250 mL;

c) 7,10 g de Na_2SO_4 trebuie dizolvate într-o cantitate mică de apă și se diluează apoi la 250 mL într-un balon cotat.

Subiectul II

A. La 64 °C 100 g apă pot dizolva 42 g sulfat de cupru (II), iar la 20°C, coeficientul de solubilitate scade la valoarea de 20,9. Calculează câte grame de $CuSO_4$ pentahidratat se pot depune din 852 g soluție saturată de $CuSO_4$ la 64°C, prin răcire la 20 °C.

B. Un litru de soluție (d = 1 g/mL) de acid clorhidric și acid sulfuric, aflați în raport molar 1:2, se tratează cu 500 g soluție de NaOH 15 %. După reacție hidroxidul de sodiu nereacționat are, în soluția obținută, concentrația de 1%. Calculați câte grame de oleum cu 10 % SO_3 liber ar fi necesare pentru a obține, prin diluare cu apă, acidul sulfuric din soluția inițială.

C. 340 g soluție de $AgNO_3$ de concentrație 10% reacționează total cu o soluție de NaCl 5,85%. Calculați concentrația procentuală a $NaNO_3$ în soluția rezultată.

Subiectul III

A. Dintre procesele chimice studiate până în prezent, exemplifică prin scrierea ecuațiilor chimice: a) două reacții cu degajare de gaze colorate;

a) două reacții cu formare de precipitate albe;

b) două reacții cu formare de precipitate colorate;
c) două reacții cu formare de complecși;
d) două reacții în care soluția rezultată înroșește fenolftaleina.

B. a) O sârma de cupru cu masa de12,8 g se introduce într-o soluție de azotat de argint. Calculează masa sârmei după ce 25 % din cupru s-a dizolvat.

b) Calculează câte grame de SO_2 se pot forma atunci când un amestec care conține 256 g sulf și 200 g oxigen este aprins.

Olimpiada națională 2006, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are cinci răspunsuri notate cu a, b, c, d, e, dintre care unul singur este corect.

1. Poate juca rol de oxidant specia chimică:
a) Ag^+; b) Br^-; c) Fe; d) Ca; e) Ne.

2. Gazul care poate fi cules în laborator numai într-un vas cu gura în jos este:
a) CO_2; b) NH_3; c) NO_2; d) SO_2; e) SO_3.

3. Substanța cu rol de amfolit este:
a) $Ca(OH)_2$; b) $HClO_4$; c) $Be(OH)_2$; d) NaCl; e) $CuSO_4$

4. Se dau următoarele substanțe: $HgCl_2$, H_2O_2, HCN, XeF_4, $CdCl_2$, CS_2, Cl_2O, SO_2, BeI_2, $BeCl_2$, $PdCl_2$. Alege răspunsul corect:
a) sunt electroliți XeF_4, CS_2, H_2O_2 ;
b) au geometrie liniară (în fază gazoasă) $HgCl_2$, HCN, CS_2, BeI_2, $BeCl_2$, $CdCl_2$;
c) conțin legături covalente multiple H_2O_2,HCN, CS_2;
d) adoptă geometrie tetraedrică SO_2, BeI_2, $PdCl_2$;
e) legături de hidrogen pot forma, în soluție; HCN, Cl_2O, BeI_2, CS_2.

5. Se dau următoarele procese de ionizare pentru cinci metale (notate $_ZM$) și energiile lor de ionizare (în eV) în ordine aleatorie:

I.	$_{12}$Me (metal → ion divalent)	A:	5,139 eV
II.	$_{11}$Me (metal → ion monovalent)	B:	15,035 eV
III.	$_{13}$Me (metal → ion trivalent)	C:	28,447 eV
IV.	$_{19}$Me (metal → ion monovalent)	D:	4,340 eV
V.	$_{20}$Me (metal → ion divalent)	E:	11,871 eV

Asocierea corectă între fiecare proces de ionizare şi energia de ionizare corespunzătoare este dată în seria:

a) I C, II A, III B, IV E, V D;
b) I A, II B, III C, IV E, V D;
c) I B, II A, III C, IV D, V E;
d) I B, II D, III C, IV A, V E;
e) I C, II A, III B, IV D, V E.

6. Este adevărată afirmaţia:

a) următoarele perechi de substanţe pot forma cu uşurinţă soluţii moleculare: I. I_2 şi CS_2; II. HCl şi H_2O; III. S_8 şi CS_2; IV. H_2 şi H_2O; V. Zn şi CCl_4;

b) temperaturile de fierbere ale următoarelor substanţe cu molecule izoelectronice cresc în ordinea: Ne < CH_4 < NH_3 < HF < H_2O;

c) următoarele perechi de specii moleculare sunt izolectronice şi izostere (număr egal de electroni de valenţă): I. CO şi N_2; II. COS şi ClCN; III. F_2 şi Cl_2; IV. O_2 şi N_2; V. CO şi CO_2;

d) elementele Zn, Sr,Cu, Fe, Ba, Cr au pe ultimul strat acelaşi număr de electroni;

e) ionii Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+} pot forma cel mult patru legături coordinative deoarece au liberi doar orbitalii din substraturile 4s şi 4 p.

7. Ordinea creşterii bazicităţii în următoarea serie de substanţe este:

a) $Be(OH)_2$ < $Mg(OH)_2$ < $Ca(OH)_2$;
b) LiOH < $Be(OH)_2$ < $B(OH)_3$;
c) Rb OH < KOH < NaOH;
d) $Ga(OH)_3$ < $Al(OH)_3$ < $B(OH)_3$;
e) NaOH < $Mg(OH)_2$ < $Al(OH)_3$.

8. Un amestec de CaO şi Al_2O_3, cu masa de 100 g, impurificat (impurităţile nu conţin ioni metalici), conţine cei doi oxizi în raport molar de 2:3. Ştiind că în amestec există 48,4 g de ioni de metale, sunt adevărate afirmaţiile:

a) amestecul de oxizi conţine 0,2 moli CaO şi 0,3 moli Al_2O_3 ;
b) amestecul de oxizi reacţionează stoechiometric cu 4,4 moli de HCl;
c) amestecul de oxizi conţine 8,2 g impurităţi;
d) ambii oxizi se dizolvă în apă;
e) numărul de moli de $Na[Al(OH)_4]$ obţinut prin reacţia amestecului de oxizi cu o soluţie de NaOH este 1,5 moli.

9. 0,245 g metal reacţionează cu oxigenul rezultând 0,4083 g oxid. 0,225 g din acelaşi metal reacţionează cu azotul formând 0,3125 g compus X. Formula compusului X este:

a) Na_3N; b) K_3N; c) Mg_3N_2; d) Li_3N; e) AlN.

10. Reacția în care nu se formează un precipitat este aceea dintre:
a) clorură de nichel și hidrogen sulfurat;
b) sulfat de cupru și hidroxid de sodiu;
c) hidroxid de zinc și acid acetic;
d) clorură de bariu și sulfat de sodiu;
e) azotat de plumb și iodură de sodiu.

Subiectul II

Erupțiile vulcanice dau naștere unor lacuri și râuri de lavă, însoțite și de emisii de gaze. Aceste emisii pot fi fierbinți (*fumarole*), cu temperatura moderată (*solfatare*) și reci (*mofete*). Singura analiză completă a unei emisii directe de gaze a fost realizată în 1959 de către o echipă condusă de vulcanologul Haroun Tazieff, după erupția vulcanului Nyiragongo din Zair. Compoziția (în procente de volum) a amestecului de gaze captat a fost următoarea: 40,9 % dioxid de carbon, 2,4 % monoxid de carbon, 0,8 % hidrogen, 4,4 % hidrogen sulfurat, 4,5 % azot, 47 % vapori de apă.

1) Calculează pentru acest amestec: masa moleculară medie, densitatea în condiții normale, densitatea relativă față de aer și densitatea măsurată la 227°C și 2,05 atm;

2) 299 g amestec se introduc într-un vas cu volumul de 4,1 dm^3 și se încălzesc la 127°C. Calculează presiunea exercitată de amestecul de gaze;

3) Vasul folosit rezistă la o presiune de 150 atm. Care este temperatura la care vasul ar putea exploda?

4) Se separă din amestec hidrogenul sulfurat, iar amestecul rămas se supune arderii cu volumul stoechiometric necesar de aer (20 % oxigen și 80 % azot, în volume). Determină volumul de aer necesar și compoziția (în moli) a amestecului de gaze rezultat la ardere.

Subiectul III

Oxidul de azot poate fi obținut prin oxidarea amoniacului cu aer după schema:

$$NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$$

Procesul este însoțit de o reacție secundară care decurge după schema:

$$NH_3 + O_2 \rightarrow N_2 + H_2O$$

Știind că amoniacul se transformă integral, se cere:

a) stabilește coeficienții ecuațiilor reacțiilor date;

b) amestecul de produși formați în urma reacțiilor de mai sus este trecut printr-un vas cu apă în care se absoarbe 85% din oxidul de azot conținut. Gazele rămase neabsorbite conțin 2,2% O_2, 2,4% NO si 95,4% N_2 (în procente de volum). Care este randamentul de formare a oxidului de azot din amoniac ? (Aerul conține 4/5 N_2 și 1/5 O_2 în volume.)

Subiectul IV

A. Demonstrează prin calcul sau pe bază de argumente logice faptul că afirmațiile 1 și 2 sunt corecte, iar afirmațiile 3 și 4 sunt false:

1) O soluție de HCl 1 *M* se poate prepara prin diluarea cu apă distilată a unei soluții de HCl 6 %, cu densitatea de 1,02 $g \cdot cm^{-3}$.

2) Concentrația procentuală a $ZnSO_4$ în soluția rezultată la dizolvarea totală a unei bare de zinc cu masa de 4 grame in 200 g soluție 12 % de $CuSO_4$ este 4,95 %.

3) Densitatea azotului obținut prin separare din aerul lichid este mai mică decât a azotului pur obținut din compuși (Mg_3N_2).

4) Concentrația procentuala a unei soluții saturate de amoniac (cu solubilitatea de 1100 L (c.n.) la un litru de apă) este mai mare decât cea a unei soluții saturate de HBr (cu solubilitatea de 560 L (c.n.) la un litru de apă).

B. Identifică substanțele A-H din schema de mai jos, știind că A este o substanță simplă și completați ecuațiile reacțiilor din schemă cu formulele substanțelor corespunzătoare:

$$A + O_2 \rightarrow B$$

$$B + H_2O \rightarrow KOH + C + D$$

$$KMnO_4 + C + H_2SO_4 \rightarrow E + K_2SO_4 + H_2O + D$$

$$K_2Cr_2O_7 + C + H_2SO_4 \rightarrow F + K_2SO_4 + H_2O + D$$

$$F + KClO_3 + KOH \rightarrow G + KCl + K_2SO_4 + H_2O$$

$$G \underset{HO^-}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} H$$

Olimpiada județeană 2007, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are trei răspunsuri notate cu literele a, b, c. Pot fi corecte toate cele trei răspunsuri, două, unul sau nici unul. Vei completa fiecare căsuță corespunzător cu litera A pentru răspuns corect și litera F pentru răspuns fals.

1. Se dau următoarele substanțe: H_2O_2; HCN; CS_2; C_2H_2; CH_4; CO_2. Alegeți răspunsul corect:

a) sunt electroliți: H_2O_2; CS_2; CH_4;

b) au geometrie liniară (în fază gazoasă): HCN; CS_2; C_2H_2; CO_2;

c) legături de hidrogen pot forma în soluție: H_2O_2; HCN; CH_4.

2. Fie speciile chimice: CO_2; BNH_3F_3; NH_4Cl; HNO_2; HNO_3; $K_2[Zn(OH)_4]$; NH_3. Alege dintre acestea, pe cele care conțin numai substanțe cu legături coordinative:

a) BNH_3F_3; NH_4Cl; HNO_3;

b) HNO_2; HNO_3; NH_3;
c) BNH_3F_3; $K_2[Zn(OH)_4]$; NH_4Cl.

3. Alege dintre seriile de mai jos, pe cea care conține numai substanțe cu molecule nepolare:
a) H_2O_2; N_2; CO_2; SiH_4;
b) $SnCl_4$; PCl_3; CO_2; SiH_4;
c) CO_2; SiH_4; N_2; $SnCl_4$.

4. Despre hidracizii halogenilor HX (X=F, Cl, Br, I) se poate spune:
a) cel mai tare acid în stare pură este HF;
b) cel mai tare acid în soluție apoasă este HI;
c) toți formează asociații moleculare.

5. Aceeași cantitate de substanță de forma abc_3 se folosește în laborator la prepararea a două gaze. Dacă numărul atomic al celor trei elemente satisfac relațiile:

$$\begin{cases} Z_1 - Z_2 = 2 \\ Z_2 - Z_3 = 9 \\ Z_2 + Z_3 - Z_1 = 6 \end{cases}$$

atunci este corectă afirmația:
a) substanța abc_3 este cloritul de potasiu;
b) gazele care se pot obține sunt O_2 și Cl_2;
c) în condițiile date, gazele se obțin în raport molar $O_2 : Cl_2 = 1 : 2$

6. 10 g acid sulfuric oleum 20% SO_3 se diluează cu apă până la o concentrație de 50%. Știind că soluția obținută reacționează total cu 0,6398 g substanță Y, în raport molar $H_2SO_4 : Y = 2 : 1$ ($\rho_{H_2O} = 1$ g/cm^3) alege răspunsul corect:
a) volumul de apă adăugat este 10,9 cm^3;
b) Y este cupru;
c) Y este carbon.

7. Un compus ionic format dintr-un anion divalent și un cation trivalent conține în total 50 electroni. Dacă cei doi ioni sunt izoelectronici, numerele atomice ale elementelor A și B sunt:
a) 8 și 13; b) 8 și 15; c) 16 și 20.

8. Prin tratarea a 200 g soluție de acid sulfuric 49% cu 285 g soluție $Ba(OH)_2$, concentrația acidului sulfuric s-a redus la 13,3%.
a) concentrația soluției de $Ba(OH)_2$ utilizată a fost de 30%;
b) soluția inițială de acid sulfuric a fost preparată prin amestecarea unei soluții de 60 g H_2SO_4 50% cu 65,07 g oleum care conține 20% SO_3.
c) concentrația sării obținute în urma reacției de neutralizare este 50%.

9. 50 g amestec de cristalohidrați ai $CaCl_2$, ce conțin 1,4 și respectiv 6 moli de apă per mol de substanță, prin încălzire se dizolvă în propria apă până la temperatura de 40 °C. Dacă solubilitatea clorurii de calciu anhidre în apă la 40 °C

este 115 g/100 g apă, atunci concentrația procentuală a soluției de clorură saturată la 40 °C este:

a) 53,48%; b) 40,25%; c) 33,74%

10. Într-un cilindru de oțel de 1,8 L umplut cu amestec de hidrogen și oxigen la 0 °C și 1 atm, care are densitatea față de aer 0,076, se declanșează explozia cu ajutorul unei scântei electrice, apoi se aduce temperatura din nou la 0 °C. Presiunea la care s-a ajuns, considerând volumul gazului rămas egal cu cel al cilindrului are valoarea :

a) 1,205 atm; b) 1,7859 atm; c) 0,979 atm.

Subiectul II

A. Hemoglobina – o proteină transportoare de oxigen din celulele sângelui (globulele roșii) are 4 atomi de fier pe moleculă și conține 0,34% Fe (procente de masă).

a) Determină masa molară a hemoglobinei;

b) Caracterizează din punct de vedere structural combinația chimică a fierului cu restul organic din hemoglobină, precizând natura legăturilor chimice, rolul metalului în cadrul acestora, precum rolul și importanța hemoglobinei pentru organismele vii.

c) Precizează un compus existent în regnul vegetal similar ca structură, tip de legătură metal-rest organic cu hemoglobina.

d) Exemplifică prin reacții chimice reactivitatea celor 2 metale existente în compușii analizați față de:

1) H_2O; 2) Cl_2; 3) HCl; 4) H_2SO_4 (diluat); 5) H_2SO_4 (concentrat).

B. Să se identifice substanțele din schema de mai jos scriind stoechiometric reacțiile chimice corespunzătoare :

a (topitură) $\rightarrow b + c$ (electroliză)
$b + d \rightarrow e$
$e + b \rightarrow Na_2O$
$e + f \rightarrow g + d$
$Na_2O + f \rightarrow g$
$h + HCl \rightarrow a + f + H_2O$
$Ca(OH)_2 + c \rightarrow j + H_2O$
$j + m \rightarrow CaCl_2 + H_2O + d$
$K_3[Fe(CN)_6] + KOH + m \rightarrow r + H_2O + d$

Modelați legăturile chimice existente în compușii notați cu literele *e, f, c, r, m* și precizați natura interacțiunilor din rețelele lor cristaline.

Subiectul III

Se supune descompunerii termice un amestec care conține azotatul unui metal monovalent și al unui metal divalent. În urma reacției de descompunere se obține un amestec solid ce cântărește 308,2 g și 67,23 L amestec gazos (măsurat în c.n.) Prin spălare cu apă a amestecului solid, urmată de uscare, acesta cântărește 223,2 g și

este format dintr-un oxid de culoare galbenă în timp ce soluția rezultată la spălare este incoloră. Amestecul gazos formează prin dizolvare în apă 126 g HNO_3. Se cere:

a) să se identifice azotații din amestec;

b) precizați și argumentați rolul fiziologic predominant al compușilor importanți ai acestor metale.

Olimpiada națională 2007, clasa a IX-a

Subiectul I

Pentru fiecare item se oferă cinci răspunsuri notate cu *a, b, c, d* și *e*, dintre care numai unul este corect. În tabelul de pe foaia de concurs, puneți X în căsuța corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Sucul gastric are un conținut de 3% HCl. Dacă volumul sucului gastric este de 100 mL, iar densitatea de 1,217 g/mL, cantitatea de bicarbonat de sodiu care ar trebui ingerată pentru neutralizarea sa completă este:

a) 5,3 g; b) 8,4 g; c) 4,2g; d) 10,6 g; e) altă valoare.

2. Dintre perechile de hidruri de mai jos sunt izoelectronice:

a) HF și HCl; b) NH_3 și H_2S; c) H_2O și H_2S;

d) NH_3 și PH_3; e) H_2O și CH_4.

3. *Ilmenitul* este un minereu de titan, cu formula $MTiO_n$ și are un conținut de oxigen egal cu cel de titan. Care este metalul M, dacă procentul său masic în minereu este 36,842%?

a) Fe; ; b) Mn ; ; c) Mg; ; d) Cu; ; e) Cr.

4. Pentru arderea a 4 moli dintr-un gaz necunoscut s-au consumat 3 moli de oxigen și s-au format 2 moli de azot și 6 moli de apă; gazul necunoscut este:

a) N_2H_4; b) N_2H_3O; c) NH_3; d) N_2; e) NH_4Cl.

5. Influența presiunii asupra deplasării echilibrului chimic se manifestă în cazul în care:

a) reacția are loc între substanțe lichide;

b) reacția are loc în sistem eterogen solid-lichid;

c) reacția are loc în sisteme gazoase, pentru care variația nr. de moli este zero;

d) reacția are loc în sisteme gazoase, pentru care variația numărului de moli este diferită de zero;

e) reacția are loc în sisteme eterogene lichid-lichid.

6. 50 g de soluție de HCl reacționează complet cu 150g de soluție de azotat de argint (precipitarea completă a ionului Cl^-). Știind că soluția acidă rezultată are

concentrația de 10%, concentrațiile soluțiilor care au reacționat (HCl și $AgNO_3$) au fost:

a) 36,5% și 46,57%; b) 18,86% și 29,3%; c) 20% și 34%;
d) 17,26% și 34%; e) alte valori.

7. Precizați șirul care corespunde ordinei de creștere a polarității legăturilor chimice C – C; C – H; F – H; N – H ; O – H:

a) C – C < C – H < N – H < O – H < F – H
b) F – H < C – H < N – H < O – H < C – C
c) F – H < C – C < N – H < O – H < C – H
d) C – C < N – H < C – H < O – H < F – H
e) F – H < O – H < N – H < C – H < C – C

8. Se amestecă o soluție de HCl care conține 14,6g HCl la un litru de soluție cu o soluție de NaOH care conține 8 g NaOH la un litru de soluție, pentru a forma 100 mL de soluție în care $[H_3O^+] = 0,04$ ioni-gram/L. Volumele soluțiilor de HCl și de NaOH care se amestecă sunt:

a) 60 mL și 40 mL; b) 50 mL și 50 mL; c) 30 mL și 70 mL;
d) 40 mL și 60 mL; e) 20 mL și 80 mL.

9. Șirul care conține numai substanțe cu legaturi σ este:

a) CO_2, O_2, N_2H_4, H_2S;
b) N_2, C_2H_4, H_2CO_3, H_2O;
c) NH_3, CH_3OH, HF, CCl_4;
d) PH_3, Cl_2, $CaCl_2$, C_2H_2;
e) HNO_3, SO_2, HCl, CH_2O.

10. Coeficientul de solubilitate al azotatului de potasiu în apă la 60 °C este 110 g, iar la 20 °C este 30 g. Cantitatea de azotat de potasiu care se cristalizează prin răcire la 20 °C a 100 g soluție de azotat de potasiu saturată la 60 °C este:

a) 36,15 g; b) 37,29 g; c) 38,10 g; d) 39 g; e) 39,81 g.

Subiectul II

1. Un amestec de clorură a unui metal divalent A și sulfat al unui metal divalent B este în același timp echimolar și echimasic și conține 38,603% metale (procent de masă).

a) Identificați metalele A și B.

b) Scrieți ecuația unei singure reacții care să dovedească caracterul mai electropozitiv al unuia dintre metale, față de celălalt.

2. Ai la dispoziție 400g de soluție de acid sulfuric și alumină (pură). În fabrica dumneavoastră intenționați să preparați din acestea $Al_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$. Ce cantitate de alumină veți folosi și ce concentrație trebuie să aibă soluția de acid sulfuric,

astfel încât să se obțină *numai* cristalohidratul de mai sus, pentru a nu avea costuri suplimentare cu evaporarea excesului de apă.

Subiectul III

Se dă schema:

1) $a + b \rightarrow c + d\uparrow$
2) $a + e \rightarrow f + g\uparrow$
3) $g + b \rightarrow H_2O + d$
4) $d + b \rightleftharpoons h$
5) $h + H_2O \rightarrow i$
6) $i + a \rightarrow j + g\uparrow$
7) $g + f_{(sol)} \rightarrow a\downarrow + e$
8) $g + j_{(sol)} \rightarrow a\downarrow + i$

Se știe că substanța „c" este oxidul unui metal care conține 20% oxigen.
Cerințe:

a) identificați substanțele notate cu literele a... j.
b) scrieți ecuațiile reacțiilor cuprinse în schemă.
c) dacă o soluție 0,5M de substanță „g" are pH = 2, calculați K_a.
d) scrieți ecuațiile reacțiilor de ionizare ale substanței „g".

Care dintre speciile rezultate la ionizarea substanței „g" are caracter amfoter? Argumentează răspunsul scriind ecuațiile reacțiilor.

Subiectul IV

Pentru a mări concentrația în hidrogen dintr-un amestec gazos care conține în volume: 40% CO; 45% H_2 și 15 % CO_2, amestecul este supus conversiei cu vapori de apă în vederea transformării CO în CO_2. Știind că în condițiile date $K_c = 4{,}66$ și că în gazele rezultate după conversie și după îndepărtarea apei concentrația CO este 12% (procente molare), calculează:

a) concentrațiile în procente molare ale H_2 și CO_2 din amestecul rezultat din conversie, după uscare;

b) cantitatea (în kmoli) de vapori de apă necesară pentru conversia unui volum de 100 m^3 de amestec inițial (măsurat în condiții normale).

Olimpiada județeană 2008, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are trei răspunsuri notate cu literele a, b, c. Pot fi corecte toate cele trei răspunsuri, două, unul sau niciunul. Vei completa în fiecare căsuță cu

litera A pentru răspuns corect şi cu litera F pentru răspuns fals. Pentru fiecare răspuns apreciat corect se acordă un punct.

1. Se dau elementele: (1) $_{16}S$; (2) $_{13}Al$; (3) $_{12}Mg$; (4) $_{15}P$; (5) $_{14}Si$. În seria dată, prima energie de ionizare variază astfel:

a) (4) > (1) > (5) > (3) > (2);
b) (1) > (4) > (5) > (2) > (3);
c) (2) < (3) < (5) < (1) < (4).

2. Variaţia temperaturii de fierbere este redată corect în seria:

a) $H_2O < H_2S < NH_3 < CH_4$;
b) $CH_4 < NH_3 < H_2S < H_2O$;
c) $CH_4 < H_2S < NH_3 < H_2O$.

3. Se dau ionii: (1) Na^+, (2) S^{2-}, (3) Mg^{2+}, (4) Cl^-, (5) P^{3-}, (6) Al^{3+}. Variaţia razei ionice este redată corect în seria:

a) (4) > (2) > (5) > (6) > (3) > (1);
b) (5) > (2) > (4) > (1) > (3) > (6);
c) (1) < (3) < (6) < (5) < (2) < (4).

4. 23,35 g combinaţie complexă a cobaltului cu amoniacul şi clorul se tratează cu soluţie de azotat de argint şi se obţin 14,35 grame de precipitat. Formula combinaţiei complexe este:

a) $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl_2$; b) $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$; c) $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$.

5. Se dau substanţele: $SnCl_2$, $SnCl_4$, $SnBr_4$, SnI_4. Verifică afirmaţiile referitoare la punctele de topire (p.t.) ale acestora:

a) $p.t._{SnCl_2} > p.t._{SnCl_4}$; b) $p.t._{SnBr_4} > p.t._{SnI_4}$; c) $p.t._{SnI_4} > p.t._{SnCl_4}$.

6. Elementul al cărui atom are configuraţia: $[_{36}Kr]4d^{10}5s^25p^2$:

a) este situat în grupa 14 a sistemului periodic;
b) are N.O.= + 2; +4;
c) este un metal din grupa II A a sistemului periodic.

7. O plăcuţă de cupru cu masa de 25 g se introduce în 200 g soluţie de HNO_3 de concentraţie 63%. După scoaterea plăcuţei, masa soluţiei a crescut cu 2,75%.

a) masa finală a plăcuţei este 8 g;
b) concentraţia HNO_3 în soluţia finală este 51,09%;
c) masa finală a plăcuţei este 17 g.

8. Masa de sodiu metalic pur care trebuie adăugată la 300 g soluţie de NaOH de concentraţie 5 %, pentru a se obţine o soluţie de NaOH de concentraţie 10 %, este:

a) 8,12 g; b) 9,12 g; c) 10,12 g.

9. În clorul obținut din oxidarea acidului clorhidric cu clorat de potasiu se ard 10 grame de fier și se obțin 20,65 grame masă solidă.

a) masa de clor care s-a preparat este 10,65 grame;

b) procentul de fier reacționat este 44%;

c) masa de clorură ferică obținută este 16,25 grame.

10. Variația polarității moleculelor hidrurilor elementelor cu: (1) Z = 16; (2) Z = 8; (3) Z = 15; (4) Z = 35 este redată corect în seria:

a) (1) < (3) < (4) < (2);

b) (3) < (4) < (1) < (2);

c) (3) < (1) < (4) < (2).

Subiectul II

A. *m* grame amestec de sare A și sare B se tratează cu o soluție de bază alcalină C și rezultă *a* grame amestec de precipitate. Sarea A este un sulfat ce conține 2*a* % metal *X*, *a* % *S* și *b* % O, iar sarea B conține 1,7231*a* % metal Y și 1,6385*b* % Cl. Aceleași cantități de săruri ca cele din amestec folosesc pentru precipitare mase egale de soluție de bază alcalină C. Baza alcalină C și sarea A au același conținut de O, iar metalele X și Y se găsesc în perioada 4. Se cer:

a) să se identifice sărurile A și B și baza C;

b) să se calculeze masa *m* a amestecului inițial de săruri;

c) compoziția procentuală (% de masă) a amestecului inițial de săruri;

d) compoziția procentuală (% molare) a amestecului de precipitate.

B. Într-un cilindru cu pereți rezistenți se găsește o substanță gazoasă X care, prin încălzire, se descompune ireversibil în produse gazoase, conform ecuației chimice:

$$X \rightarrow X_1 + 2X_2 + 3X_3 + ... + nX_n$$

Știind că substanța a fost încălzită de la 27°C la 627°C și că randamentul de descompunere a substanței X este 60%, pentru ce valoare a lui *n* presiunea din cilindru crește cu 1820%?

Subiectul III

169,6 g CuO impurificat cu 18,182% (procente molare) cupru metalic se tratează, la cald, cu cantitatea stoechiometric necesară de soluție de H_2SO_4 de concentrație *c*%. După reacție soluția se răcește, apoi se adaugă 1548 g de apă și, la temperatura de 21°C, se obține o soluție saturată de sare. În continuare, soluția se răcește la 10°C și se constată că se depun *x* g substanță solidă. Coeficienții de solubilitate ai sării anhidre sunt: 22 g sare / 100 g apă la 21°C și 18 g sare / 100 g apă la 10°C. Se cer:

a) concentrația *c*% a soluției de acid sulfuric;

b) masa (*x*) de substanță solidă depusă prin răcirea soluției de la 21°C la 10°C.

Olimpiada naţională 2008, clasa a IX-a

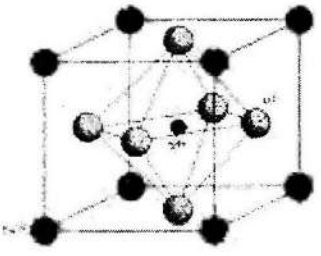
Subiectul I

La următorii 10 itemi un singur răspuns este corect.

1. În reacţia $P_4O_{10} + 10C \rightarrow P_4 + 10CO$ numărul de legături rupte şi respectiv numărul de legături formate per moleculă de substanţă cu fosfor sunt:

a) 16 şi respectiv 6;
b) 10 şi respectiv 4;
c) 16 şi respectiv 4;
d) 10 şi respectiv 6;
e) 16 şi respectiv 10

2. În figură este reprezentată unitatea celulară a unui compus (sfera neagră reprezintă metalul M, sfera gri reprezintă nemetalul A, iar sfera mică reprezintă metalul D).



a) Formula compusului este M_8DA_6.

b) Orice atom din vârful cubului aparţine cu 1/2 din el de cubul figurat.

c) Atomul din centrul cubului este coordinat în prima sfera cu 8 atomi, iar în a doua sferă, cu 6 atomi.

d) Orice atom din mijlocul unei feţe a cubului aparţine cu 1/8 din el de cubul figurat.

e) Formula compusului este MDA_3.

3. Substanţa A se transformă conform ecuaţiilor reacţiilor de mai jos (fiecare dintre ele se petrece consumând 1 mmol A într-un minut):

$A \rightarrow 5B$ $A \rightarrow 4C$ $A \rightarrow 3D$ $A \rightarrow 2E$ $A \rightarrow F$

După 12 minute, în vasul de reacţie există 180 mmoli produşi de reacţie şi 0,5 moli A. Câţi mmoli de substanţe există în vas după 5 minute?

a) 75 mmoli; b) 560 mmoli; c) 535 mmoli; d) 610 mmoli; e) 680 mmoli.

4. 100 mL solutie HCl 0,3 M se amestecă cu 200 mL soluţie acid azotic 0,6 *M*. Concentraţia ionilor de hidrogen în soluţia finală este:

a) 0,05 M; b) 5,00 M; c) 0,5 M; d) 0,4 M; e) 0,6 M.

5. Fie ecuaţia reacţiei:

$$zSCl_2 + yNH_3 \rightarrow 12NH_4Cl + S_4N_4 + xS_aN_bH_c$$

Este corectă afirmaţia:

a) SCl_2 este un compus ionic.

b) S_4N_4 are masa moleculară impară.

c) $x=2$, $y=16$, $z=6$, $a=1$, $b=0$, $c=0$.

d) Azotul este mai puțin electronegativ decât sulful.

e) Ionul de amoniu nu este izoelectronic cu metanul.

6. Un litru de gaz A (măsurat în condiții normale), format din C și H, izoelectronic și izosteric cu N_2, se dizolvă într-un litru de apă formând o soluție de concentrație :

a) 0,446 *M*; b) 0,1159%; c) 1,16%; d) 50%; e) 0,5 *M*.

7. Pentru complexul cu formula moleculară $CoN_3H_{13}O_2ClBr_2$, cu ligandul cu azot în ionul complex, pot exista, în principiu, x izomeri de constituție dintre care y reacționează cu $AgNO_3$ mol per mol. Valorile lui *x* și *y* sunt:

a) $x=4$, $y=4$; d) $x=3$, $y=2$;

b) $x=2$, $y=1$; e) $x=3$, $y=1$;

c) $x=4$, $y=2$.

8. Printr-o soluție conținând 3,32 g KI se trec 0,80 g Br_2. Apoi prin soluția rezultată se trec 0,355 g Cl_2.

a) În soluția finală există KCl (0,745 g), I_2 (2,54 g), Br_2 (0,40 g).

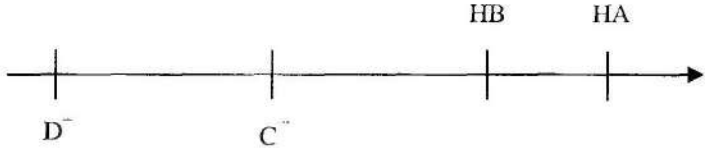
b) În soluția finală există Cl_2, KBr și KI.

c) În soluția finală există KCl (0,745 g), KBr (1,19 g), I_2 (2,54 g).

d) Cl_2 introdus într-o soluție care conține KBr și KI reacționează numai cu KBr.

e) După ce se adaugă brom în soluție există numai KBr și I_2.

9. Într-o soluție se introduc acizii HA (1 mol) și HB (1 mol) și bazele C^- (1 mol) și D^- (3 moli); aceste specii chimice sunt așezate, pe axa de mai jos, în ordinea crescătoare a aciditătii:



Prin urmare:

a) nu rămâne D^- în soluția finală;

b) specia C^- nu se regăsește în soluția finală;

c) HB reacționează cu C^-, dar nu reacționează cu D^-;

d) în final în soluție se află A^- (1 mol), B^- (1 mol), C^- (1 mol), HD (2 moli) și D^- (1 mol);

e) au loc numai 3 reacții chimice acido-bazice.

10. Pentru formula moleculară C_2NH_7 se pot scrie *x* formule de structură Lewis, unde *x* este egal cu:

a) 1; b) 2; c) 3; d) 4; e) 5;

Subiectul II

II. Analiza unei probe lichide binare a condus la raportul de masă dintre atomii componenți 5:3:52. Două dintre tipurile de atomi diferă doar prin numărul de masă, iar al treilea tip formează o substanță elementară a cărei densitate, în raport cu densitățile substanțelor elementare formate de ceilalți doi atomi, sunt 16 și respectiv 8.

a) Să se determine atomii ce diferă doar prin numărul de masă și să se indice relația dintre ei.

b) Să se determine al treilea atom.

c) Care sunt substanțele din proba lichidă?

d) Care este compoziția în procente molare și de masă a probei?

Atomii prezenți în probă sunt notați cu X, Y și Z, în ordinea creșterii numerelor lor de masă. Prin ionizarea atomilor X și respectiv Y se obțin a și respectiv b.

e) Să se identifice a și b și să se scrie ecuațiile reacțiilor de ionizare. Speciile a și b participă la reacțiile:

$$^{14}_{7}\mathrm{N} + \mathrm{a} \rightarrow \mathrm{c} + \mathrm{d}$$
$$\mathrm{e} + \mathrm{b} \rightarrow \mathrm{f} + \mathrm{d}$$

unde d este primul gaz rar, iar e al doilea gaz rar, ambele ca izotopi de tipul $^{2Z}_{Z}\mathrm{E}$.

f) Să se identifice speciile notate cu literele c, d, e, f și să se scrie ecuațiile reacțiilor din schemă.

Subiectul III

Timpul de înjumătățire notat $t_{1/2}$ reprezintă timpul după care în reacția totală:

$$\mathrm{R} \rightarrow \nu_1\mathrm{P}_1 + \ldots$$

concentrația reactantului R devine jumătate din concentrația inițială.

Într-un vas de reacție există reactanții **A** și **B** care se transformă conform reacțiilor:

$$\mathrm{A} \rightarrow \mathrm{C} \qquad t_{1/2.A} = 1\ \mathrm{h}$$
$$\mathrm{B} \rightarrow 2\mathrm{D} \qquad t_{1/2.B} = 2\ \mathrm{h}$$

După 4 ore în vasul de reacție există 15 moli C și 24 moli D.

a) Câți moli de A și de B s-au introdus inițial în reacție?

b) Câți moli de A și de B s-au consumat?

c) Câți moli de A și de B au existat după 2 ore?

C și D reacționează conform reacției C + D → 2E astfel încât reacția încetează dacă este îndeplinită condiția:

$$\frac{[\mathrm{E}]^2}{[\mathrm{C}]\cdot[\mathrm{D}]} = \frac{8}{9}$$

d) Câți moli de **C**, **D** și **E** se vor găsi în vas după 4 ore de la declanșarea reacțiilor?

Subiectul IV

Se supune descompunerii termice un amestec care conține cloratul unui metal alcalin (A), carbonatul unui metal tranziţional divalent (B) şi azotatul unui metal divalent (C). În urma reacției de descompunere se obține un amestec solid (X,Y, Z) şi un amestec gazos cu masa moleculară medie $\bar{M} = 41,25$. Amestecul gazos formează prin dizolvarea în apă 0,504 g acid azotic.

Amestecul solid se tratează cu apă şi se filtrează. Dacă s-ar putea cântări un ion al metalului existent în filtrat acesta ar avea masa de $64,75 \cdot 10^{-24}$ g. Partea rămasă pe hârtia de filtru (Y, Z) după uscare cântăreşte 1,132 g şi se tratează cu o soluție concentrată de hidroxid de sodiu, apoi se filtrează din nou. În filtrat se obține o combinație complexă (V) care tratată cu apă de brom sau apă de clor formează un precipitat brun închis. Pe hârtia de filtru rămâne o substanță de culoare neagră (Y) care se solubilizează prin tratare cu o soluție diluată de acid sulfuric, iar prin barbotarea amoniacului în această soluție aceasta se colorează intens în albastru (W).

a) Să se determine compuşii A, B, C, X, Y, Z, V şi W.

b) Să se scrie toate ecuațiile reacțiilor indicate în enunțul problemei.

c) Să se determine compoziția în procente molare a amestecului inițial.

Olimpiada județeană 2009, clasa a IX-a

Subiectul I

Fiecare întrebare are trei răspunsuri notate cu literele a, b, c. Pot fi corecte toate cele trei răspunsuri, două, unul sau nici unul. În tabelul ataşat filelor de examen, vei completa fiecare căsuță corespunzător cu litera A pentru răspuns corect şi litera F pentru răspuns fals.

1. Pe ultimul strat al atomilor de sulf aflați într-o probă care intră în reacție cu magneziul se află $1,8066 \cdot 10^{25}$ electroni.

a) masa probei de sulf este 480 g;

b) masa de sulfură de magneziu obținută este de 360 g;

c) masa de magneziu care reacționează este de 68,31 g.

2. Un balon cotat cu volumul de 200 mL, plin cu apă distilată, are masa 270 g. Masa aceluiaşi balon, plin cu soluție de HCl 14,5% şi cu $\rho = 1,07$ g/cm^3, este:

a) 284 g; b) 214 g; c) 288,9 g.

3. Compusul **X** conține 1,818% H, 10,909% C şi 87,272% S. Raportul e^- de legătură : e^- *p* neparticipanți pentru compusul X este:

a) 2:1; b) 1:2; c) 1:1.

4. Pentru compusul X_2YZ_3 se cunosc:
- ionul X^+ este izoelectronic cu atomul de neon;
- atomul elementului Y are orbitalii p_x şi p_y din stratul *L* monoelectronici;
- atomul elementului Z are substratul $2p$ ocupat în proporţie de 2/3.

Masa compusului X_2YZ_3 care se consumă în reacţia cu 50 g de soluţie de HCl 21,9% este:
a) 14,9 g; b) 16,8 g; c) 15,9 g.

5. Elementul trivalent X se găseşte sub forma izotopilor A şi B. Există teoretic un număr de hidruri ale elementului X cu participarea tuturor izotopilor hidrogenului, egal cu:
a) 16; b) 20; c) 24.

6. Un amestec de două gaze, luate în cantităţi volumice egale, are densitatea faţă de hidrogen 7,5. Diferenţa maselor moleculare este 26 şi ambele sunt gaze combustibile. Cele două gaze sunt:
a) H_2 şi N_2; b) CO şi H_2; c) CO şi C_4H_8.

7. Şirul de molecule în care toate substanţele conţin legături multiple este:
a) H_2O, CO_2, O_2, $COCl_2$, HCN;
b) H_2, H_2S, HCl, CCl_4, CH_4;
c) CO_2, $COCl_2$, HCN, N_2, CS_2.

8. Coeficientul de solubilitate al KCl este, la o temperatura dată, de 28 g KCl/100 g apă. Soluţia saturată are densitatea 1,15 g/mL. Sunt adevărate afirmaţiile:
b) concentraţia procentuală a soluţiei saturate este de 28%;
c) concentraţia molară a soluţiei saturate este 3,38 moli/L;
d) un litru de soluţie saturată de KCl reacţionează total cu 5,74 kg soluţie de $AgNO_3$ 10 %.

9. Fie substanţele: CO_2; BNH_3F_3; NH_4Cl; HNO_2; HNO_3; $K_2[Zn(OH)_4]$; NH_3. Seria care conţine numai substanţe în care apar legături coordinative este:
a) BNH_3F_3; NH_4Cl; HNO_3;
b) HNO_2; HNO_3; NH_3;
c) BNH_3F_3; $K_2[Zn(OH)_4]$; NH_4Cl.

10. Proprietatea comună pentru moleculele H_2, Cl_2, N_2 este:
a) densitatea norului electronic este distribuită simetric între cele două nuclee;
b) între atomi există legături simple covalente nepolare;
c) moleculele sunt izoelectronice.

Subiectul II

Airbagul auto este format dintr-un recipient rezistent în care se află un amestec complex de substanţe: oxidanţi, combustibili, explozivi, catalizatori şi din balonul

care se va umfla rapid datorită gazelor rezultate în urma exploziei. Procesele care au loc sunt :

1) explozia, în urma şocului, a oxidanţilor (cloraţi, perchloraţi, azotaţi);

2) arderea rapidă a combustibililor: pulbere de grafit în amestec cu substanţe ionice de natură organică, din care rezultă gaze;

3) explozia, la temperatură ridicată, a unor explozivi, rezultând o mare cantitate de gaze ;

4) reducerea conţinutului de gaze nocive, prin absorbţia acestora în reţeaua cristalină a catalizatorului.

Considerăm funcţionarea unui airbag astfel:

1. Oxidanţii sunt doi compuşi X şi Y, în raport molar 1:3, iar masa amestecului este 281 g. Ei sunt amestecaţi cu o cantitate de cărbune pulbere, care formează la cald, numai cu substanţa X, un amestec de NH_3, HCl şi CO_2 în raport molar 1:1:2. Y generează, prin descompunere sub şoc şi la căldură, oxigen şi o sare oxigenată a unui metal al cărui ion monovalent are configuraţie de $_{54}Xe$. Sarea formată conţine 17,88% oxigen şi încă un nemetal din perioada a 2-a, care intră şi în compoziţia substanţei X. Se cer următoarele:

a) formulele substanţelor X şi Y;

b) ecuaţiile reacţiilor implicate;

c) volumul gazelor rezultate la 600°C şi presiune de 1 atm.

2. În urma arderii combustibilului, cantitatea (în moli) de gaze creşte cu 150% (la aceeaşi temperatură şi presiune). Se cere:

e) volumul gazelor după arderea combustibililor.

3. Explozivul de bază Z, cu masa de 200 g, este o sare de amoniu ce conţine 60% oxigen (% de masă) şi este utilizată şi ca îngrăşământ agricol. Aceasta se descompune în două etape:

- prima etapă decurge la 250°C şi eliberează apă, alături de un gaz T, care se foloseşte şi ca anestezic;
- în a doua etapă, la 600°C, gazul T se descompune în două substanţe simple, aflate în compoziţia aerului.

Se cere:

e) identifică substanţele şi scrie ecuaţiile reacţiilor;

f) volumul gazelor eliberate de explozivul Z la 600°C şi presiune de 1 atm;

g) volumul total al gazelor ce umflă balonul airbag-ului;

4. Catalizatorul este un material compozit ce conţine două metale tranziţionale şi oxigen. Metalele se găsesc în raport atomic 2 : 5. Primul dintre metale formează un cation M^{2+}, cu configuraţia $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$, acesta având masa atomică egală cu $2 \cdot Z + 5$, unde Z este numărul atomic. Al doilea metal se găseşte în grupa a 6-a, având în configuraţia electronică 5 orbitali *s*, şi are masa atomică egală cu 16/7 din numărul atomic. Se cere:

h) formula chimică a catalizatorului, dacă are în compoziţia lui 35,48% O.

Subiectul III

A. Dintre procesele chimice studiate până în prezent, exemplifică prin scrierea ecuațiilor chimice:

a) o reacție cu degajare de gaz colorat;
b) o reacție cu formare de precipitat alb;
c) o reacție cu formare de precipitat colorat;
d) o reacție cu formare de combinație complexă;
e) o reacție în care soluția rezultată înroșește fenolftaleina;
f) o reacție în care se compară caracterul electronegativ a două nemetale;
g) o reacție în care soluția rezultată înroșește turnesolul.

B. Carbonatul de cupru se descompune termic la 900°C cu un randament de 75%. Amestecul solid rezultat din 4 moli $CuCO_3$ se tratează cu o soluție de H_2SO_4 49%. Se cer:

d) masa soluției de H_2SO_4 utilizată;
e) concentrația procentuală a soluției de $CuSO_4$;
f) masa de piatră vânătă rezultată prin evaporarea apei.

Olimpiada Națională 2009, clasa a IX-a

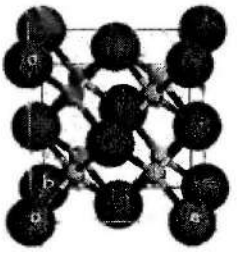
Subiectul I

La următorii 10 itemi un singur răspuns este corect. Marchează cu X pe foaia de concurs răspunsul corect. Nu se admit ștersături, modificări.

1. În ecuația reacției $P_4O_6 + 6C \rightarrow P_4 + 6CO$ numărul de legături rupte și respectiv numărul de legături formate per moleculă de substanță cu fosfor sunt:

a) 10 și, respectiv, 6;
b) 12 și, respectiv, 4;
c) 16 și, respectiv, 4;
d) 12 și, respectiv, 6;
e) 16 și, respectiv, 4.

2. În figură este reprezentată unitatea celulară a unui compus (sfera mare reprezintă metalul M, sfera mică reprezintă nemetalul A).



a) Formula compusului este M_8A_4;
b) Orice atom din vârful cubului aparține în proporție de $\frac{1}{4}$ cubului figurat;
c) Atomul de nemetal nu este tetracoordinat;
d) Orice atom din mijlocul unei fețe a cubului aparține în proporție de $\frac{1}{4}$ cubului figurat;
e) Formula compusului este MA_2.

3. Substanța A se transformă conform ecuațiilor reacțiilor de mai jos (fiecare dintre ele se petrece producând 1 mmol de produs într-un minut):

$A \rightarrow B$ $4A \rightarrow E$

$2A \rightarrow C$ $5A \rightarrow F$

$3A \rightarrow D$

După 12 minute, în vasul de reacție există 120 mmoli compuși. Câți mmoli de compuși ar exista în vas după 5 minute?

a) 75 mmoli; d) 180 mmoli;

b) 190 mmoli; e) 240 mmoli;

c) 165 mmoli;

4. Fie ecuația reacției:

$$aZn + bHNO_3 \rightarrow aZn(NO_3)_2 + XNO_3 + 3H_2O$$

Sunt corecte afirmațiile:

a) reacția nu este o reacție redox;

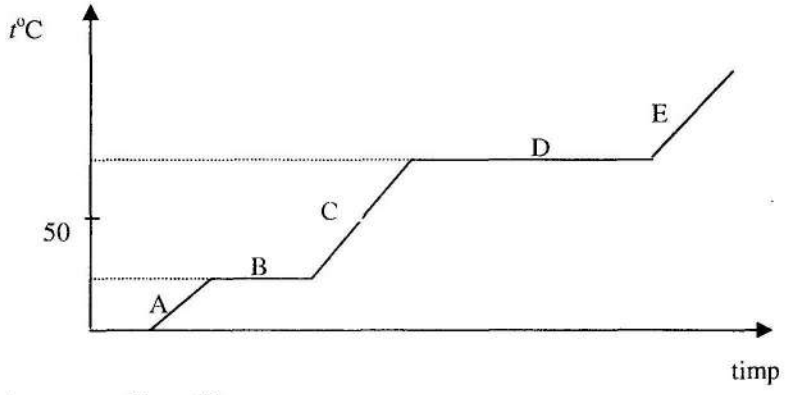
b) X conține N în stare de oxidare +5;

c) X are o structură tetraedrică, cu legături echivalente și nu este încărcat electric;

d) ionul azotat dă reacția: $NO_3^- + 10H^+ + 8e^- \rightarrow NH_4^+ + 3H_2O$;

e) ionul de amoniu nu este izoelectronic cu metanul.

5. Fie diagrama de încălzire a apei reprezentând evoluția temperaturii în timp:



Sunt corecte afirmațiile:

a) transformarea de fază solid-lichid are loc în zona D;

b) transformarea de fază lichid-vapori decurge cu un consum mai mare de căldură decât solid-lichid;

c) în zona D coexistă solidul cu vaporii;

d) zona A corespunde încălzirii vaporilor;

e) în zona B temperatura substanței crește ca urmare a încălzirii.

6. Este corectă afirmația:

a) temperaturile de fierbere pentru lichidele cu molecule izoelectronice cresc în ordinea: neon < metan < amoniac < acid fluorhidric < apă;

b) energia de ionizare a $_{11}M$ este mai mică decât energia de ionizare a $_{19}M$;

c) bazicitatea creşte în ordinea hidroxid de sodiu < hidroxid de magneziu < hidroxid de aluminiu;

d) conţin legături π moleculele de azot, oxigen, bioxid de carbon, apă oxigenată;

e) clorura de argint este insolubilă în exces de ion clorură.

7. 100 mL soluţie HCl 0,06 M se amestecă cu 200 mL soluţie acid sulfuric 0,03 M. Concentraţia ionilor de hidrogen în soluţia finală este:

a) 0,04 M;

b) mai mare decât 0,04 M dar mai mică decât 0,06 M;

c) 0,06 M;

d) mai mică decât 0,4 M;

e) mai mare decât 0,6 M.

8. Un amestec de azotat de potasiu (A), azotat de argint (B) şi azotat de calciu (C) formează prin descompunere termică un amestec gazos echimolar.

a) Componentele în amestecul solid sunt în raport molar 2:1:1.

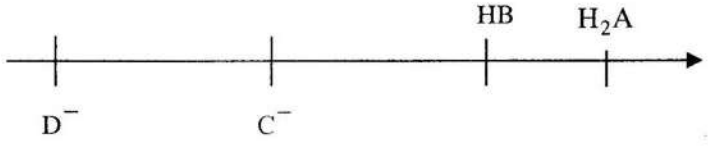
b) Amestecul gazos conţine azot şi oxigen.

c) Compuşii solizi rezultaţi fac parte din aceeaşi clasă de substanţe.

d) Raportul molar A:B:C = 4:1:1.

e) Cationii azotaţilor pot fi precipitaţi cu soluţie de acid clorhidric.

9. Se prepară o soluţie din acizii H_2A (2 moli), HB (2 moli) şi bazele C^- (1 mol), D^- (2 moli); aceste specii chimice sunt aşezate, pe axa de mai jos, în ordinea crescătoare a aciditătii:



Prin urmare:

a) Rămâne D^- în soluţia finală.

b) Specia C^- se regăseşte în soluţia finală.

c) HB reacţionează cu C^-, dar nu reacţionează cu D^-.

d) În final în soluţie se află A^{2-} (3/2 mol), H_2A (1/2 moli), HB (2 mol), HC (1 mol), HD (2 moli).

e) Au loc numai 3 reacţii chimice acido-bazice.

10. Care afirmaţie este adevărată?

a) Aluminiul, beriliul, zincul şi potasiul prezintă caracter amfoter.

b) În doi moli de sulf există 32 N_A electroni de legătură.

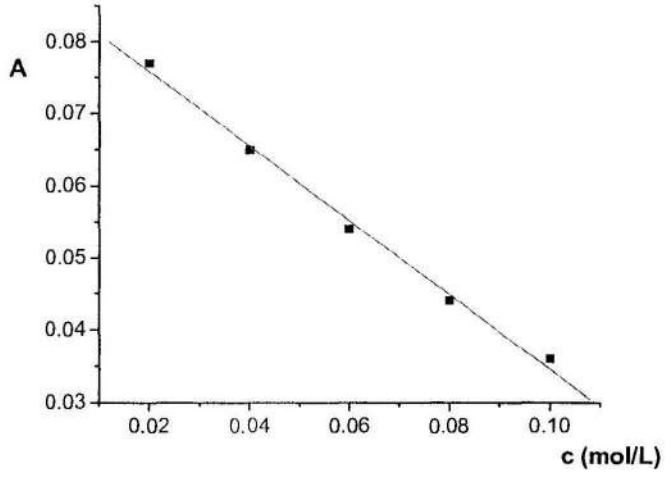
c) Într-o transformare izobară raportul între volum şi temperatură depinde de temperatură.

d) Prima energie de ionizare pentru un element de tip ns^2np^4 este mai mare decât a doua energie de ionizare.

e) Solubilitatea este concentraţia minimă a unui compus într-o anumită cantitate de solvent dat.

Subiectul II

Din uraniu natural se prepară separat tetrafluorura de uraniu şi hexafluorura de uraniu. La 0,1881 g tetrafluorură de uraniu (raport molar $^{235}U : {}^{238}U = 1 : 5$) se adaugă 0,04218 g de hexafluorură de uraniu. Amestecul respectiv se dizolvă în acid azotic diluat, apoi uraniul se precipită cu o soluţie de amoniac. Precipitatul se filtrează şi se spală. Soluţia rezultată se acidifică şi se analizează printr-o metodă de analiză instrumentală în care se măsoară o anumită proprietate funcţie de concentraţie. 20,0 mL din soluţia rezultată la filtrare a condus la o valoare a proprietăţii, $A = 0{,}067$. Pentru determinarea concentraţiei de ion fluorură se foloseşte dreapta de calibrare din figură.



a) Determinaţi ecuaţia dreptei de calibrare care este de tipul $A = mc + n$, unde A este proprietatea măsurată, iar c este concentraţia ionului de fluorură, în mol/L. Folosiţi, pentru determinarea coeficienţilor constanţi m şi n, coordonatele punctelor 2 şi 4 de pe dreapta de calibrare.

b) Calculaţi din ecuaţia liniară determinată concentraţia molară a ionului fluorură din soluţia supusă determinării prin analiză instrumentală.

c) Calculaţi masele de hexafluorură de uraniu şi tetrafluorură de uraniu ţinând cont de compoziţia izotopică.

Subiectul III

a) *1.* Propuneți formule structurale pentru compușii cu formulele moleculare H_2N_2C, CS_2 și CNCl.

2. Să se rezolve schema următoare:

$a + Cl_2 \rightarrow b + c$

$c + 2NH_3 \rightarrow d + e$

$CaCO_3 + 4f \rightarrow 3g + h$

$h + N_2 \rightarrow f + i$

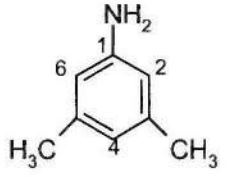
$i + CO_2 + H_2O \rightarrow CaCO_3 + e$

unde **a** este un compus în care $m_K : m_C : m_N = 3{,}25 : 1 : 1{,}167$.

b) Să se completeze reacțiile:

$$^{232}_{90}Th \xrightarrow{+x} {}^{228}_{88}Ra \xrightarrow{+y} {}^{228}_{89}Ac \xrightarrow{+y} {}^{228}_{90}Th$$

c) Să se scrie structura pentru compusul cu formula moleculară $N_3P_3Cl_6$, dacă toți atomii de același tip sunt echivalenți. Respectați covalența caracteristică fiecărui atom. De exemplu, în molecula din figură sunt echivalenți cei 2 atomi de C din grupele CH_3, cei 6 atomi de H din grupele CH_3, cei 2 atomi de H din grupa NH_2, cei 2 atomi de C având numerele 2 și 6 ca și cei 2 atomi de H legați de acești atomi. Fără atom echivalent sunt: atomul de C cu numărul 1, atomul de C cu numărul 4, atomul de H legat de atomul de C numărul 4 și atomul de N.



Subiectul IV

Într-un minereu care conține o sulfură de fier, (Fe_xS_y), raportul de masă Fe : impurități = 14:3. La prăjirea a 110 g minereu se obțin 24,64 L (c.n.) anhidridă sulfuroasă. Impuritățile sunt stabile termic.

a) Să se determine formula moleculară a sulfurii.

b) Să se determine procentul de impurități din minereu.

c) Să se calculeze volumul de aer necesar transformării Fe_xS_y în acid sulfuric, dacă se folosește un exces de 20%.

d) Să se calculeze fracția molară a azotului în amestecul gazos final, dacă 80% din SO_3 se transformă în acid.

Răspunsurile subiectelor de olimpiadă

Olimpiada județeană 2001, clasa a IX-a

Subiectul I

Item	a	b	b
1	F	F	A
2	A	A	F
3	F	A	F
4	F	A	A
5	F	F	F

Item	a	b	b
6	F	F	A
7	A	A	A
8	F	A ✓	F
9	A	F	A
10	A	F	A

Subiectul II

A) a) $NH_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow NH_4HCO_3$

$NH_4HCO_3 + NaCl \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$;

$2NaHCO_3 \xrightarrow{t^oC} Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$;

b = NH_4HCO_3;

a = CO_2, c = $NaHCO_3$, d = NH_4Cl, e = Na_2CO_3;

b) x = masa de Na_2CO_3 pur; y = masa impurităților, $x + y$ = masa probei;

a = masa de sodiu din x; b = masa de sodiu din y; $a + b = 15$;

$a = 46x/106$, $b = 54{,}54y/100$.

100 g probă .....6,47 g impurități

$x + y$ .....y

$100y = 6{,}47(x + y)$

$46x/106 + 54{,}54y/100 = 15$

$x = 31{,}8$; $y = 2{,}2$

Masa probei = 34 g

B. a) $n = 18$;

b) X = masa de cristalohidrat depus;

Masa de sare anhidră din X

$342x/666 = 0{,}5135x$

Masa de cristalohidrat depus: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ =100,8 g din care 51,76 g $Al_2(SO_4)_3$

c) Y = masa de cristalohidrat ce trebuie adăugat.

Masa de sare anhidră din Y: $342y/666 = 0{,}5135y$

Masa de cristalohidrat adăugat:

$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\ H_2O$ =103,5 g, din care 53,15 g $Al_2(SO_4)_3$

d) Masa de sare anhidră inițială: $m_{Al_2(SO_4)_3} = 136$ g

$V_s = 496{,}3\ cm^3$; $C_M = 0{,}742$ mol/L

e) $3BaCl_2 + Al_2(SO_4)_3 \rightarrow 2AlCl_3 + 3BaSO_4$
Masa de sare anhidră rămasă $Al_2(SO_4)_3 = 84{,}14$ g;
nr. moli $Al_2(SO_4)_3$ rămaşi = 0,246;
$m_{BaCl_2} = 153{,}5$ g; $m_{BaSO_4} = 172$ g.

Subiectul III

$x\,Na_2O \cdot y\,CaO \cdot z\,SiO_2$

$\frac{1{,}15}{1} = \frac{46x}{40y} \Rightarrow x = y$; $\frac{1{,}15}{4{,}2} = \frac{46x}{28z} \Rightarrow z = 6x$; $\frac{1}{4{,}2} = \frac{40y}{28z} \Rightarrow z = 6y$

$x\,Na_2O \cdot x\,CaO \cdot 6x\,SiO_2 \Rightarrow Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2 \Rightarrow M = 478$ g/mol
% Na = 9,623% ; % Ca = 8,368% ; % Si = 35,146% ; % O = 46,862%

Olimpiada națională 2001, clasa a IX-a

Subiectul I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
c, d	c, d	a, b, c	a, b, d	b	b, c	d	c	b, d	b

Subiectul II

a) $S_xCl_y + y/2H_2O \rightarrow (4x-y)/4S + y/2SO_2 + yHCl$

$\underset{3{,}375\text{ g}}{4S_xCl_y} + 2yH_2O \rightarrow \underset{1{,}2\text{ g}}{(4x-y)\,S} + ySO_2 + 4yHCl$

$\frac{4(32x + 35{,}5y)}{3{,}375} \Rightarrow \frac{(4x - y)\,32}{1{,}2} \Rightarrow x = y; \Rightarrow X = (SCl)n$

b) $d = \frac{M_x}{M_{aer}} \Rightarrow M_x = 4{,}671 \cdot 28{,}9 = 135\ g \cdot mol^{-1}$

$X \Rightarrow S_2Cl_2$

$\overset{-1}{Cl}\overset{+1}{-}\overset{+1}{S}\overset{+1}{-}\overset{-1}{Cl}$

c) Cl—S—S—Cl

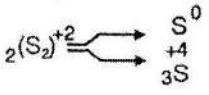
d) $2S_2Cl_2 + 2H_2O \rightarrow 3S + SO_2 + 4HCl$

$\overset{+1}{S} + 1e^- \xrightarrow[\text{reducere}]{} \overset{0}{S}$ | $\times 3$

$\overset{+1}{S} \xrightarrow[\text{oxidare}]{} \overset{+4}{S} + 3e^-$ |

$\overset{+1}{4S} \longrightarrow \overset{0}{3S} + \overset{+4}{S}$

e) Reacție de disproporționare:



Subiectul III

a) $\overline{M}_{amestec} = \frac{M_{N_2} + M_{H_2} + M_{N_xO_y}}{3} = \frac{\rho RT}{p} = 25{,}33$ g/mol

$\begin{cases} M_{N_xO_y} = 46 \text{ g/mol} & x = 1 \quad y = 2 \quad \Leftrightarrow \quad Y \Rightarrow NO_2 \\ X \Rightarrow NO_2 & x = 2 \quad y = 1{,}125 \end{cases}$

$H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$

b) $n_{O_2} = 0{,}1$ moli $\Rightarrow n_{H_2} = n_{N_2} = n_{O_2} = 0{,}2$ moli

$n_{N_2 \text{ total}} = n_{N_2 \text{ inițial}} + n_{N_2 \text{ din aer}} = 0{,}6$ moli

Compoziția procentuală molară:

N_2	0,2 moli	33,33%
H_2	0,2 moli	33,33%
NO_2	0,2 moli	33,33%
Total	0,6 moli	100,0%

Fracția molară N_2 după ardere și răcire:

	n	x_i
N_2	0,6 moli	0,75
NO_2	0,2 moli	0,25
Total	0,8 moli	1,00

$nNO_2 + nNaOH \rightarrow nNaNO_3 + n/2NaNO_2 + n/2H_2O$

$nNaOH + n/2H_2SO_4 \rightarrow n/2Na_2SO_4 + n/2NaNO_2 + nH_2O$

c) $2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$

$n_{NaNO_3} = 0{,}1$ moli ; $m_{s \text{ finale}} = m_{s \text{ NaOH}} + m_{NO_2}$

$c\%_{\text{ NaOH}} = 8{,}81\%$

d) $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$n_{H_2SO_4} = 0{,}1$ moli ; $m_{H_2SO_4} = 9{,}8$ g ; $m_{s\ H_2SO_4\ 98\%} = 9{,}8 \cdot \frac{100}{98} = 10$ g

Oeum introdus = a g $\Rightarrow$ 0,1 a g SO_3

0,9 a g H_2SO_4

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

$\frac{0{,}1a}{80} \cdot 98 + 0{,}9a = 9{,}8 \quad \Rightarrow \quad a = 9{,}58$ g oleum cu 10% SO_3

Olimpiada județeană 2002, clasa a IX-a

SUBIECTUL I

Nr.	a	b	c
1	A	F	F
2	A	A	F
3	F	F	A
4	A	A	A
5	A	A	F

Nr.	a	b	c
6	A	A	A
7	F	F	A
8	F	F	A
9	A	A	F
10	F	F	A

Subiectul II

a) X: Li; m: Li_2O; n: LiOH;
Y: O_2; d: Li_3N; r: NH_3;
Z: N_2; p: NO; t: NO_2.

b) $V_{NO} = 4{,}48$ L (c.n.)

Subiectul III

1. a) XH = hidrură metalică (legătură ionică);
HY = hidracid halogenat (legăturaă covalentă polară);
ZH_3 = hidrură nemetalică (legăturaă covalentă polară);
b) 4 tipuri de legături

2.

Reactanți	H_2	O_2	Cl_2	S	HCl	H_2SO_4 (conc) sau diluat)
Fe	X	Fe_3O_4	$FeCl_3$	FeS	$FeCl_2 + H_2$	$FeSO_4 + H_2$
Cu	X	CuO	$CuCl_2$	X	X	$CuSO_4 + SO_2 + H_2O$
C	CH_4	CO_2	X	CS_2	X	$SO_2 + CO_2 + H_2O$
FeO	$Fe + H_2O$	Fe_2O_3	X	X	$FeCl_2 + H_2O$	$FeSO_4 + H_2O$

3. x = nr. moli de FeO; $56x$ g Fe
y = nr. moli de MgO; $24y$ g Mg
z = nr. moli deCuO; $64z$ gCu

$56x/24y = 14/9$; $x/y = 2/3$
$56x/64z = 14/8$; $x/z = 2/1$
$x:y:z = 2:3:1$

Olimpiada națională 2002, clasa a IX-a

Subiectul I

1. $\underset{a}{Zn} + \underset{2a}{2HCl} \rightarrow \underset{a}{ZnCl_2} + \underset{a}{H_2}\uparrow$ (taler 1)

$$\left.\begin{array}{l} \underset{b}{Zn} + \underset{2b}{2HCl} \rightarrow \underset{b}{ZnCl_2} + \underset{b}{H_2}\uparrow \\ \underset{c}{Mg} + \underset{2c}{2HCl} \rightarrow \underset{c}{MgCl_2} + \underset{c}{H_2}\uparrow \end{array}\right\} \text{(taler 2)}$$ (taler 1)

$$n_{H_{2(1)}} = a = \frac{2}{65} = 0{,}0308 \text{ moli } H_2 \quad \text{(taler 1)}$$

$$n_{H_{2(2)}} = b + c = \frac{1}{65} + \frac{1}{24} = 0{,}0570 \text{ moli } H_2 \quad \text{(taler 2)}$$

Balanța se înclină spre talerul pe care se află 2 g Zn deoarece se degajă o cantitate mai mică de hidrogen.

2. $Mn + 2HNO_3 \rightarrow Mn(NO_3)_2 + H_2$

$n_{Mn} = 0{,}0288$ moli; $n_{Mn^{2+} \text{ din soluția finală}} = \frac{0{,}0288}{20} = 1{,}44 \cdot 10^{-3}$ moli

$c_M = 5{,}76 \cdot 10^{-3} M$

3. $78{,}9183(1 - x) + 80{,}9163x = 79{,}904 \Rightarrow x = 0{,}49334$

49,334% ^{81}Br ; 50,666% ^{79}Br

4. $KClO_3 \rightarrow KCl + 3/2O_2$

$$\frac{M_{KCl} + 3 \cdot 16}{M_{KCl}} = 1{,}64382 \quad \Rightarrow \quad M_{KCl} = 74{,}55 \text{ g/mol}$$

5. $$\frac{8{,}47}{\rho} + \frac{24{,}54 - 8{,}47}{0{,}8794} = 24{,}54 \quad \Rightarrow \quad \rho = 1{,}26 \text{ g/cm}^3$$

Subiectul II

1. a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$

b) $2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$ $\qquad Fe + 2Cl_2 \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

c) $\underset{0{,}2540\text{ g}}{\overset{56+35{,}5n}{FeCl_n}} + nAgNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_n + \underset{0{,}5740\text{ g}}{\overset{143{,}5n}{nAgCl}} \quad \Rightarrow \quad n = 2$

d) Y = Mn; Mn_2O_7 este lichid $\begin{cases} \text{substanță moleculară} \\ \text{legături covalente între Mn și O} \end{cases}$

$Mn_2O_7 + H_2O \rightarrow 2HMnO_4$

2. a) +3; [Xe] $6s^2 5d^1 4f^1 \rightarrow$ [Xe] $4f^1 + 3e^-$

[Xe] $4f^7$ este ionul cu $7e^-$ neîmperecheați

b) $4La + 3O_2 \rightarrow \overset{A}{2La_2O_3}$ $\qquad \overset{A}{La_2O_3} + 6HCl \rightarrow 2LaCl_3 + 3H_2O$

$La + 3H_2O \rightarrow \underset{B}{La(OH)_3} + 3/2H_2\uparrow$ $\qquad \underset{B}{La(OH)_3} + 3HCl \rightarrow \underset{C}{LaCl_3} + 3H_2O$

3. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 p^6$ (Ar) $\quad E_i = 1{,}5205$ MJ·mol^{-1}; $\quad r_a = 0\,94$ Å

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (Mg) $\quad E_i = 0{,}7377$ MJ·mol^{-1}; $\quad r_a = 1\,60$ Å

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ (K) $\quad E_i = 0{,}4189$ MJ·mol^{-1}; $\quad r_a = 1{,}97$ Å

4. $:N \equiv \overset{+}{N} - \ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}:^- \longleftrightarrow {}^-:\ddot{N} = \overset{+}{N} = \ddot{O}:$

– legătura dintre doi atomi de azot este cuprinsă, ca valoare, între cea dublă și cea triplă;

– legătura dintre azot și oxigen este cuprinsă, ca valoare între cea dublă și cea simplă.

Subiectul III

1. $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$

$p_{t\,KCl} > p_{t\,NaCl}$ deoarece K este mai electropozitiv decât Na;

$p_{t\,NaF} > p_{t\,NaCl}$ deoarece diferența de electronegativitate între Na și F este mai mare.

2. $TiCaO_3$; $\overset{+4}{Ti}$ și $\overset{+2}{Ca}$

3. Etilenglicolul este solubil în apă deoarece formează legături de hidrogen cu solventul.

$p_{f\,etilenglicol} > p_{f\,pentan}$ deoarece între moleculele de etilenglicol se exercită legături de hidrogen.

Olimpiada județeană 2003, clasa a IX-a

Subiectul I

Nr. item	a	b	c
1	F	F	F
2	F	A	A
3	A	F	A
4	F	A	F
5	A	F	A

Nr. item	a	b	c
6	F	F	A
7	F	A	A
8	A	A	A
9	F	F	A
10	A	A	F

Subiectul II

X = Ca

a = O_2; b = CaO; c = H_2O; d = NH_3; e = $Ca(NH_2)_2$; m = H_2 ; n = Na_2CO_3; p = $CaCO_3$;

Subiectul III

A) n_{NaOH} = 0,3572 moli

1000 mL.....0,3689 moli HO^-

985 mL.....x = 0,3633 moli

0,3633 – 0,3572 = 0,0061 moli HO^- (exces) datorat $Ba(OH)_2$ nereacționat

$n_{Ba(OH)_2\ din\ exces}$ = 0,0061/2 = 0,00305 moli

$n_{Ba(OH)_2\ introdus}$ = 0,005 moli

$n_{Ba(OH)_2\ reacționat}$ = 0.005 –0,00305 = 0,00195 moli

n_{BaCO_3} = 0,00195 moli

m_{BaCO_3} = 197·0,00195 = 0,384 g

B) $Cl_2\,(g) + H_2O\,(l) \rightarrow HClO\,(aq) + H^+\,(aq) + Cl^-\,(aq)$

$Ca^{+2}\,(aq) + 2HCO_3^-\,(aq) \rightarrow CaCO_3\,(s) + CO_2\,(g) + H_2O\,(l)$

Olimpiada națională 2003, clasa a IX-a

Subiectul I

1. b, d; **2.** b, e; **3.** a; **4.** c; **5.** a; **6.** a) Br^-; b) Rb^+; c) Ca^{2+}; **7.** b, c;
8. l) b; 2) d; 3) a; 4) e; 5) c; **9.** 1) a; 2) c; 3) e; 4) b; 5) d; 6) f; **10.** a, c; **11.** b.

12. $Na_2S_2O_3$: $\overset{+1}{Na}$; $\overset{+6}{S}$; $\overset{-2}{S}$; $\overset{-2}{O}$ sau $\overset{+5}{S}$ și $\overset{-1}{S}$

$[Co(NH_3)_5(NO_2)](NO_3)_2$: $\overset{+3}{Co}$; $\overset{-3}{N}$; $\overset{+3}{N}$; $\overset{+5}{N}$; $\overset{+1}{H}$; $\overset{-2}{O}$

NH_4NO_3: $\overset{-3}{N}$; $\overset{+5}{N}$; $\overset{+1}{H}$; $\overset{-2}{O}$

Fe_3O_4: $\overset{-3}{Fe}$; $\overset{+2}{Fe}$; $\overset{-2}{O}$

Pb_3O_4: $\overset{+2}{Pb}$; $\overset{+4}{Pb}$.

Subiectul II

1. $NH_3\,(g) + HCl\,(g) \rightarrow NH_4Cl\,(s)$

$$\begin{cases} n_{NH_3} = 0{,}294 \text{ moli} \\ n_{HCl} = 0{,}274 \text{ moli} \end{cases} \Rightarrow \quad 0{,}02 \text{ moli } NH_3 \text{ în exces}$$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{0{,}02 \cdot 0{,}082 \cdot 348}{1} = 0{,}57 \text{ atm}.$$

2. $2KNO_3\,(s) + \overset{3 \text{ moli}}{\underset{10.417 \text{ moli}}{3C\,(s)}} + S\,(s) \rightarrow K_2S\,(s) + \overbrace{\underbrace{N_2\,(g) + 3CO_2\,(g)}_{n \text{ moli}}}^{4 \text{ moli}}$

$KNO_3 : C : S = 2 \cdot 101 : 3 \cdot 12 : 32 = 6{,}31 : 1{,}125 : 1$

$$\begin{cases} m_{KNO_3} = \frac{6}{8} \cdot 1000 = 750 \text{ g} \Rightarrow n_{KNO_3} = 7{,}43 \text{ moli} \\ m_C = \frac{1}{8} \cdot 1000 = 125 \text{ g} \Rightarrow n_C = 10{,}417 \text{ moli} \\ m_S = \frac{1}{8} \cdot 1000 = 125 \text{ g} \Rightarrow n_S = 3{,}91 \text{ moli} \end{cases} \Rightarrow \quad KNO_3 \text{ şi S sunt în exces}$$

$$n = \frac{4 \cdot 10{,}417}{3} = 13{,}29 \text{ moli } (N_2 + CO_2)$$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{13{,}89 \cdot 0{,}082 \cdot 572}{2} = 326{,}317 \text{ atm}$$

3. $m_O = m_{oxid} - m_{Me} = 0{,}1633 \text{g}$

$$E_{Me} = \frac{E_O \cdot m_{Me}}{m_O} = 12 \Rightarrow Me = Mg \qquad X: Mg_3N_2$$

4. $2NaCl\,(aq) + 2H_2O\,(l) \rightarrow 2NaOH\,(aq) + H_2\,(g) + Cl_2\,(g)$

$$n_{H_2} = n_{Cl_2} = \frac{1 \cdot 9{,}545}{0{,}082 \cdot 291} = 0{,}4 \text{ moli}$$

$$M_{Cl_2} = \frac{28{,}362}{0{,}4} = 70{,}905 \text{ g/mol} \Rightarrow A_{Cl} = 35{,}4525 \Rightarrow \begin{cases} 77{,}375\%\ ^{35}Cl \\ 22{,}625\%\ ^{37}Cl \end{cases}$$

$$\overset{0{,}4 \text{ moli}}{H_2} + \overset{0{,}4 \text{ moli}}{Cl_2} \rightarrow \overset{0{,}8 \text{ moli}}{2HCl}$$

$$m_{HCl} = 0{,}8 \cdot 36{,}5 = 29{,}2 \text{ g} \qquad m_{s\,HCl} = \frac{29{,}2 \cdot 100}{36} = 81{,}11 \text{ g}$$

$$V_s = \frac{81{,}11}{1{,}18} = 68{,}74 \text{ cm}^3$$

5. $\underset{n-\frac{n\eta}{100}}{X\,(g)} \rightarrow \underset{n-\frac{n\eta}{100}}{Y\,(g)} + \underset{2n-\frac{n\eta}{100}}{2Z\,(g)}$

$n_i = n$

$$n_f = n_x + n_y + n_z = \left(n - \frac{n\eta}{100}\right) + \frac{n\eta}{100} + 2\frac{n\eta}{100} = n\left(1 + \frac{2\eta}{100}\right)$$

$$\frac{p_i}{p_f} = \frac{n_i}{n_f} \Rightarrow \eta = 15\%$$

Subiectul III

1. a: NaCl; b: Na; c: Cl_2; d: O_2; e: Na_2O_2; f: CO_2; g: Na_2CO_3; h: $NaHCO_3$.

1. $NaCl \xrightarrow{\text{electroliză}} Na + 1/2Cl_2$
2. $2\,Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$
3. $Na_2O_2 + 2Na \rightarrow 2Na_2O$
4. $Na_2O_2 + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + 1/2O_2$
5. $Na_2O + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3$
6. $NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$

Aplicație: reacția (4): împrospătarea aerului în spații închise.

2. $SO_3 + D_2O \rightarrow D_2SO_4$

a) $Na + D_2O \rightarrow NaOD + 1/2D_2$

b) $D_2O \xrightarrow{\text{electroliză}} D_2 + 1/2O_2$

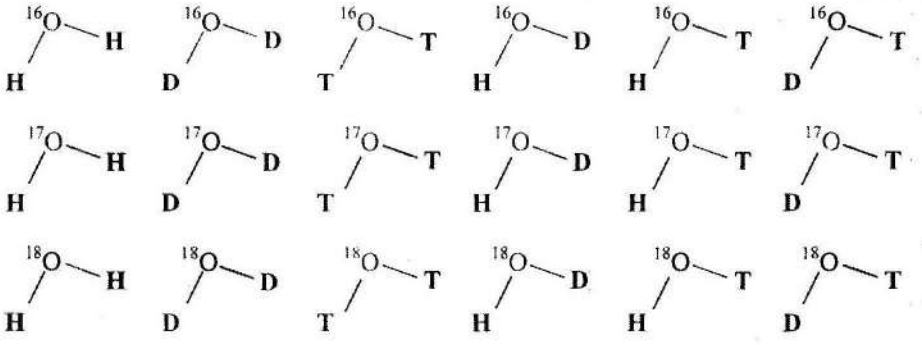
$D_2 + 2Na \rightarrow 2NaD$

c) $NaH + D_2O \rightarrow NaOD + HD$

e) $Na + NH_3 \rightarrow NaNH_2 + 1/2H_2$

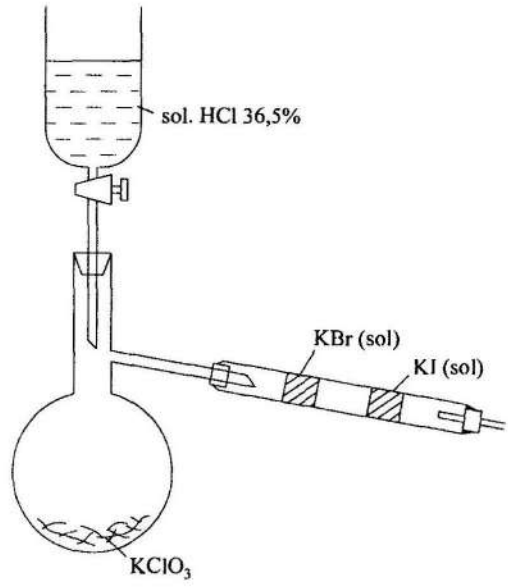
$NaNH_2 + D_2O \rightarrow NaOD + NH_2D$

3. 18 specii (izotopomeri)



În urma reacției dintre potasiu și clor se obține o singură specie (izotopomer) – rețea ionică.

$KClO_3 + 6HCl \rightarrow KCl + 3H_2O + 3Cl_2$
$Cl_2 + 2KBr \rightarrow 2KCl + Br_2$
$Br_2 + 2KI \rightarrow 2KBr + I_2$



Olimpiada județeană 2004, clasa a IX-a

Subiectul I

Item	a	b	c
1	A	A	F
2	A	F	F
3	F	A	F
4	F	F	A
5	F	A	F

Item	a	b	c
6	A	A	A
7	A	F	F
8	F	F	A
9	F	F	F
10	F	A	A

Subiectul II

a) Na_2SO_4 (aq) + $BaCl_2$ (aq) $\rightarrow$ 2NaCl (aq) + $BaSO_4$ (s)
Formulă cristalohidrat stocat: $Na_2SO_4 \cdot 8H_2O$
20% pierdere de H_2O

b) $m_{Na_2SO_4} = 213$ g; $m_{Na_2SO_4 \cdot 8H_2O} = 429$ g

c) $m_{H_2O \text{ evaporată}} = 435$ g

d) $m_{Na_2SO_4 \cdot 8H_2O} = 293{,}42$ g

Subiectul III

a) $n_{KOH} = 0{,}08$ moli; $n_{HCl} = 0{,}02$ moli; $n_{H_2SO_4} = 0{,}03$ moli
$C_{M\,HCl} = 0{,}2$ mol / L; $C_{M\,H_2SO_4} = 0{,}3$ mol/L

b) $m_{s \text{ finală}} = 265{,}48$ g; $C_{KCl} = 0{,}56\%$; $C_{K_2SO_4} = 1{,}96\%$

Olimpiada națională 2004, clasa a IX-a

Subiectul I

1. a) grupa a II-a.
b) EF_2.

2. a) $[_{86}Rn]\ 5f^{14}6d^{10}7s^27p^5 \Rightarrow$ grupa 17 (VIIA)

3. –246 °C < p.f. Ar < –153 °C

4. He are p.f. cel mai coborât (–269 °C)

5. Ar are configurație de octet, deci stabilitate chimică mare; este elementul care încheie o perioadă.

6. a) K; b) Na; c) S; d) K; e) O.

7. a) $r.a._{Ra} >$ r.a. ale celorlalte metale alcalino-pământoase;
b) $E_{i\,Ra} < E_i$ ale celorlalte metale alcalino-pământoase;
c) Electronegativitatea Ra < electronegativitatea celorlalte metale alcalino-pământoase;
d) valența este aceeași;
e) p.t. Ra > p.t. al celorlalte metale alcalino-pământoase.

Subiectul II

1. a) NaF are p.t. mai mare decât NaCl deoarece diferența de electronegativitate dintre Na și F este mai mare, deci legătura ionică este mai puternică.
CF_4 are p.t. mai mic decât CCl_4 deoarece formează cristale moleculare, iar legăturile Van der Waals sunt mai slabe în cazul moleculelor de CF_4 datorită electronegativității mai mari a fluorului.
b) p.t. NaCl > p.t. NaBr; p.t. $SiBr_4$ > p.t. $SiCl_4$

Subiectul III

1. $Cl_2 + 3F_2 \rightarrow 2ClF_3$
1 L 3 L 2 L

2. $n_{O_2} = n_X \Rightarrow \dfrac{1,6}{32} = \dfrac{2,9}{M} \Rightarrow M = 58$ g/mol

3. a moli H_2 ; b moli $AsH_3 \Rightarrow \dfrac{3}{2}b$ moli H_2

$1,1(a + b) = a + \dfrac{3}{2}b \Rightarrow a = 4b$

80% H_2; 20% AsH_3

$n_{Mo} = \dfrac{4,8}{96} = 0,05$ moli

4. $\underset{0,05\text{ moli}}{2Mo} + 3X \rightarrow \underset{0,025\text{ moli}}{Mo_2X_3}$ $\qquad$ $\underset{0,025\text{ moli}}{2Mo_2X_3} + 3Ba \rightarrow \underset{3\cdot0,025\text{ moli}}{3BaX} + 2Mo$

$\underset{3\cdot0,025\text{ moli}}{BaX} + 3K \rightarrow \underset{3\cdot0,025\text{ moli}}{K_2X} + Ba$

$$M_{K_2X} = \frac{m_{K_2X}}{n_{K_2X}} \Rightarrow M_{K_2X} = 110 \text{ g/mol};\ X = S.$$

5.

	SO_3	$\rightarrow$ SO_2	+ $1/2O_2$
Inițial:	a moli	–	–
În reacție:	$-x$ moli	$+x$ moli	$+\frac{1}{2}x$ moli
La echilibru:	$(a-x)$ moli	x moli	$\frac{1}{2}x$ moli

$$\left.\begin{aligned} p_1 \cdot V &= n_1 \cdot R \cdot T_1 \\ p_2 \cdot V &= n_2 \cdot R \cdot T_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1 \cdot T_1}{n_2 \cdot T_2}$$

$$\frac{16,4 \text{ atm}}{36,5 \text{ atm}} = \frac{a \cdot 500 \text{ K}}{(a + 1/2x) \cdot 1000 \text{ K}} \Rightarrow a = 4,4326x;\ \% = 22,56\% \text{ procent } SO_3 \text{ transformat}$$

6. 134,2 g soluție saturată la 100 °C .....34,2 g $Ba(NO_3)_2$

1000 g soluție saturată la 100 °C x

x = 254,84 g $Ba(NO_3)_2$

$$c\% = \frac{105,84 \text{ g } Ba(NO_3)_2}{(1000-149) \text{ g soluție}} \cdot 100 \Rightarrow c\% = 12,44\%$$

Subiectul IV

1. a) formula cristalohidratului: $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$

$\underset{a\text{ moli}}{Na_2CO_3} + 2HCl \rightarrow \underset{2a\text{ moli}}{2NaCl} + \underset{a\text{ moli}}{CO_2} + H_2O$

$\underset{b\text{ moli}}{CaS} + 2HCl \rightarrow \underset{b\text{ moli}}{CaCl_2} + \underset{a\text{ moli}}{H_2S}$

$\underset{a\text{ moli}}{CO_2} + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

$\underset{b\text{ moli}}{H_2S} + Ca(OH)_2 \rightarrow CaS + 2H_2O$

$\underset{(2a+2b)}{Cl^-} + \underset{(2a+2b)\text{ moli}}{AgNO_3} \rightarrow AgCl + NO_3^-$

b) $$\left.\begin{aligned} &44a + 34b = 0,525 \\ &(106 + x \cdot 18) \cdot a + 72b = 3,04 \\ &2a + 2b = 0,025 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,01 \text{ moli} \\ b = 0,0025 \text{ moli} \\ x = 10 \end{cases}$$

Formula cristalohidratului: $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

$\%Na_2CO_3 = 34,86$

$\%CaS = 5,92$

$\%H_2O = 59,21$

2. a) $\underset{a\ \text{moli}}{Na_2CO_3 \cdot xH_2O} \xrightarrow{t^\circ C} \underset{a\ \text{moli}}{Na_2O} + \underset{a\ \text{moli}}{CO_2} + \underset{xa\ \text{moli}}{xH_2O}$

$\underset{b\ \text{moli}}{Li_2CO_3} \xrightarrow{t^\circ C} \underset{b\ \text{moli}}{Li_2O} + \underset{b\ \text{moli}}{CO_2}$

$\underset{a}{Na_2CO_3 \cdot xH_2O} + \underset{2a}{2HCl} \rightarrow \underset{2a}{2NaCl} + \underset{a}{CO_2} + \underset{(x+1)a}{(x+1)H_2O}$

$\underset{b}{Li_2CO_3} + \underset{2b}{2HCl} \rightarrow \underset{2b}{2LiCl} + \underset{b}{CO_2} + \underset{b}{H_2O}$

b) $\left.\begin{cases} 2a+2b=0{,}05 \\ (a+b)\cdot 44 + xa\cdot 18 = 3{,}1 \\ a(106+x\cdot 18)+74b=5{,}37 \end{cases}\right\} \Rightarrow \begin{cases} a = 0{,}0475 \text{ moli} \\ b = 0{,}0025 \text{ moli} \\ x = 1 \end{cases}$

Formula cristalohidratului: $Na_2CO_3 \cdot H_2O$

Olimpiada județeană 2005, clasa a IX-a

Subiectul I

Item	a	b	c
1	A	F	A
2	F	F	A
3	F	F	A
4	A	F	F
5	A	A	F

Item	a	b	c
6	A	A	A
7	A	A	A
8	A	F	F
9	F	A	F
10	A	A	A

Subiectul II

A. a) identificarea compușilor: CO_2, CH_4, H_2O

b) $M_X = 34$ g/mol (PH_3)

B. a) $3C + 4HNO_3 \rightarrow 3CO_2 + 4NO + 2H_2O$

$C + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$

$n_{HNO_3} : n_{H_2SO_4} = 2:1$

b) $m_{sHNO_3} = 50{,}4\,g$; $m_{sH_2SO_4} = 24{,}5\,g$

Subiectul III

a) ecuațiile reacțiilor chimice
CaO și CaO_2

b) $CaCl_2 \cdot 6H_2O$

$m_{CaCl_2 \cdot 6H_2O} = 3{,}285$ g

Olimpiada națională 2005, clasa a IX-a

Subiectul I

1. b ; **2.** b ; **3.** c ; **4.** d ; **5.** a ; **6.** c ; **7.** a ; **8.** d ; **9.** a ; **10.** a.

Subiectul II

1. $n_i = 0{,}11$ moli ; **2.** $K_c = 1012{,}9$ mol^3 / L^3, **3.** 18,75 % Cl_2 ; 81,25 % H_2.

4. Creşterea concentraţiei ionului acetat deplasează echilibrul reacţiei spre stânga.

Subiectul III

1. a) $NH_4Al(SO_4)_2 + 5NaOH\ (exces) \rightarrow NH_3 + Na[Al(OH)_4] + H_2O + 2Na_2SO_4$
b) $CaCO_3{\cdot}MgCO_3 \rightarrow CaO + MgO + 2CO_2$
c) $PbO_2 + 4HCl \rightarrow Cl_2 + PbCl_2 + 2H_2O$
d) $SnCl_4 \rightarrow SnCl_2 + Cl_2$
e) $CuCO_3{\cdot}Cu(OH)_2 + 4HCl \rightarrow 2CuCl_2 + H_2O + CO_2$
f) $2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$
g) $SO_2 + Cl_2 + 2Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4 + BaCl_2 + 2H_2O$
h) $GeCl_2 + Cl_2 \rightarrow GeCl_4$

2. a) Cl_2; H_2O; HCl; HClO; H_3O^+; Cl^- ; ClO^-
b) K^+ ; Cr^{3+}; SO_4^{2-} ; H_2O
c) $[Co(NH_3)_6]^{3+}$; NO_3^- ; H_2O
d) $[Pt(NH_3)_5Cl]^{3+}$; Cl^- ; H_2O
e) Cl^-; Na^+; I^-; I_2; H_2O; I_3^-

Subiectul IV

a) $CuCO_3{\cdot}Cu(OH_2) \xrightarrow{t^oC} 2CuO + CO_2 + 2H_2O$
$C + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 2H_2$
$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$
b) 80,4 % $CuCO_3{\cdot}Cu(OH)_2$; 19,6 % C

Olimpiada judeţeană 2006, clasa a IX-a

Subiectul I

Item	a	b	c
1	F	A	A
2	F	A	A
3	A	A	F
4	A	A	F
5	F	F	F

Item	a	b	c
6	A	F	F
7	A	F	F
8	F	A	A
9	F	A	A
10	F	F	A

Subiectul II

A. În soluţia saturată: 252 g sare anhidră; 600 g apă;
Se depun x moli pentahidrat; în soluţia finală: $252 - 160x$ g sare; $600 - 90x$ g apă;
$20{,}9(600 - 90x) = 120{,}9\ (252 - 160x)$; $x = 0{,}8967$ moli
$m = 224{,}16$ g

B. NaOH: inițial 75 g; final: 15 g; consumat: 60 g sau 1,5 moli.
x moli HCl și $2x$ moli H_2SO_4 necesită $x + 4x = 5x$ moli NaOH; $x = 0,3$ moli;
0,6 moli H_2SO_4
100 g oleum conțin: 90 g H_2SO_4 (0,918 moli) și 10 g SO_3 (0,125 moli)
Total 1,043 moli $\Rightarrow$ m = 0,6 × 100 / 1,043 = 57,53 g

C. Masa $AgNO_3$: 34 g (0,2 moli); se consumă 0,2 moli NaCl (11,7 g); 200 g soluție 5,85 %
Se formează: 0,2 moli $NaNO_3$ (17 g); 0,2 moli AgCl (28,7 g)
$m = 340 + 200 - 28,7 = 511,3$ g soluție; $c = 3,32$ %

Subiectul III

A. 10 ecuații chimice corecte.

B) a) 3,2 g Cu dizolvat; 10,8 g Ag depus;
masa plăcuței = 20,4 g
b) 8 moli S; 6,25 moli oxigen; S în exces; 6,25 moli SO_2; $m = 400$ g.

Olimpiada națională 2006, clasa a IX-a

Subiectul I

1. a; **2.** b; **3.** c; **4.** b; **5.** c; **6.** b; **7.** a; **8.** b; **9.** c; **10.** c .

Subiectul II

1. $M_w = (40,9 \cdot 44 + 2,4 \cdot 28 + 0,8 \cdot 2 + 4,4 \cdot 34 + 4,5 \cdot 28 + 47 \cdot 18)/100 = 29,9$ g/mol
$\rho_o = 29,9/22,4 = 1,335$ g/L; $d_{aer} = 29,9/28,9 = 1,035$
$\rho = P M_w / RT = 1,495$ g/L.

2. $\nu = 299/29,9 = 10$ moli; $P = nRT/V = 80$ atm

3. $T = 750$ K

4. ecuații ardere CO și hidrogen
$V = 17,92$ l
Amestec final: 4,09 + 0,24 = 4,33 moli dioxid de carbon
0,08 + 4,7 = 4,78 moli vapori apă
0,45 + 0,64 = 1,09 moli azot.

Subiectul III

a) $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$
$4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$
b) Presupunem 100 moli amestec final: 2,2 moli O_2; 2,4 moli NO, 95,4 moli N_2.
Calcul: numărul de moli de NO absorbit = 13,6 moli și numărul de moli total = 16 moli.
Notăm: a = număr de moli O_2 inițial ;
$4a$ = număr de moli N_2 inițial
x = număr de moli NH_3 transformat în NO;
y = număr de moli NH_3 transformat în N_2

$$\begin{cases} a - 5/4\,x - 3/4\,y = 2,2 \\ 4a + y/2 = 95,4 \\ x = 16 \end{cases}$$

Rezolvare; soluții: $x = 16$; $y = 1,88$
Formulă randament: $\eta = 100x/(x + y)$
Calcul randament: 89,48 %

Subiectul IV

A) 1) Soluția 6 % are concentrația 1,67 M.
2) Masa de sulfat de zinc : 9,91 g ; $m_{Cu\ depus} = 3,94$ g ;
Masa soluție = 200,06 g ; $c = 4,95$ %
3) Azotul din aer conține și gaze mai dense (CO_2, Ar) .
4) $1100 \cdot 17 / 22,4 < 560 \cdot 81 / 22,4$

B) Identificarea fiecărei substanțe :
Completarea ecuațiilor reacțiilor chimice :

$K + O_2 \longrightarrow KO_2$

$KO_2 + H_2O \longrightarrow KOH + H_2O_2 + O_2$

$KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O + O_2$

$K_2Cr_2O_7 + H_2O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O + O_2$

$Cr_2(SO_4)_3 + KClO_3 + KOH \longrightarrow K_2CrO_4 + KCl + K_2SO_4 + H_2O$

$K_2CrO_4 \underset{HO^-}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} K_2Cr_2O_7$

Olimpiada județeană 2007, clasa a IX-a

Subiectul I

Nr. item	a	b	c
1	F	A	F
2	A	F	A
3	F	F	A
4	A	A	F
5	F	A	A

Nr. item	a	b	c
6	A	F	A
7	A	F	F
8	A	F	F
9	A	F	F
10	F	F	A

Subiectul II

A. a) Calcularea masei molare $M = 65882,352$ g/mol
b) Hemoglobina este o combinație complexă naturală care conține fier legat coordinativ de restul organic. Are rol fiziologic de transportor al oxigenului.
c) clorofila conține Mg legat coordinativ de restul organic.
d) 9 reacții

$3\,Fe + 4\,H_2O \underset{}{\overset{t^\circ = 500\,^\circ C}{\rightleftharpoons}} Fe_3O_4 + 4\,H_2\uparrow$

$Mg + 2\,H_2O \xrightarrow{t\,^\circ C} Mg(OH)_2 + H_2\uparrow$

$2\,Fe + 3\,Cl_2 \longrightarrow 2\,FeCl_3$

$Mg + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2$

$Fe + 2\,HCl_{dil.} \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

$Mg + 2\,HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$

$Mg + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$

$Fe + H_2SO_{4dil.} \longrightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$

$Fe + H_2SO_{4conc.}$ Nu reacționează

B. a = NaCl e = Na_2O_2 j = $CaOCl_2$
b = Na f = CO_2 m = H_2O_2
c = Cl_2 g = Na_2CO_3 r = $K_4[Fe(CN)_6]$
d = O_2 h = $NaHCO_3$

Na_2O_2 – legătură ionică şi legătură covalentă nepolară; interacţiuni electrostatice
Cl_2 – legătură covalentă nepolară simplă; legături intermoleculare van der Waals
CO_2 – legătură covalentă polară multiplă; legături intermoleculare van der Waals
H_2O_2 – legătură covalentă polară şi nepolară; legături intermoleculare de hidrogen pentru apa oxigenată în stare solidă.
$K_4[Fe(CN)_6]$ – legătură ionică, covalentă şi covalent-coordinativă; interacţii electrostatice

Subiectul III

a) $ENO_3 \rightarrow ENO_2 + ½\ O_2$; $M(NO_3)_2 \rightarrow MO + 2\ NO_2 + ½\ O_2$
Moli amestec gaze = 3; notăm *a* moli O_2 (1) şi *b* moli (2) NO_2
$2\ NO_2 + H_2O \rightarrow 2\ HNO_3 + ½\ O_2$
2 moli HNO_3 şi *a* = 0,5 moli O_2 (1) şi b = 2 moli NO_2
85 g ENO_2 şi metalul E este K (*A* = 39)
Metalul M este Pb (*A* = 207)

b) Compuşii Pb provoacă tulburări grave (intoxicaţii) care conduc la boala denumită saturnism. Compuşii K sprijină transferul de materie la nivelul membranei celulare, cât şi menţinerea unor proprietăţi biologice (contracţii musculare, excitabilitatea inimii)

Olimpiada naţională 2007, clasa a IX-a

Subiectul I

1. b); **2.** e); **3.** a); **4.** c); **5.** d); **6.** b); **7.** a); **8.** d); **9.** c); **10.** c).

Subiectul II

1. a) 1 mol ACl_2 ..... 1 mol BSO_4
Notăm *x* = masa atomică a lui A şi *y* = masa atomică a lui B
$x + 71 = y + 96$
$(x + 71 + y + 96)$g amestec..... $(x + y)$g metale
100 g 38,603g
$x = 65$ (Zn) şi $y = 40$ (Ca)

Subiectul II

2.

	102	294		342	54
Ecuaţia reacţiei:	Al_2O_3	+ $3H_2SO_4$	⟶	$Al_2(SO_4)_3$	+ $3H_2O$
	u	*z*		*x*	*y*

$x = 1{,}163z$ şi $y = 0{,}1837z$
342 g $Al_2(SO_4)_3$ .....216 g H_2O (12 moli)
x .....y + 400 – *z*

Se obține $z = 257{,}93\text{g } H_2SO_4$, adică $c = 64{,}48\%$

Masa aluminei: $m_{Al_2O_3} = 89{,}48\text{g}$

Subiectul III

a) Substanțele a...e:

a = CuS; b = O_2 ; c = CuO ; d = SO_2 ;

e = HCl ; f = $CuCl_2$; g = H_2S ; h = SO_3 ;

i = H_2SO_4 ; j = $CuSO_4$

b) reacțiile : 1) $CuS + 3/2\ O_2 \longrightarrow CuO + SO_2\uparrow$

2) $CuS + 2HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2S\uparrow$

3) $H_2S + 3/2\ O_2 \longrightarrow H_2O + SO_2$

4) $SO_2 + 1/2\ O_2 \rightleftharpoons SO_3$

5) $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$

6) $H_2SO_4 + CuS \longrightarrow CuSO_4 + H_2S\uparrow$

7) $H_2S + CuCl_{2(sol)} \longrightarrow CuS\downarrow + 2HCl$

8) $H_2S + CuSO_{4(sol)} \longrightarrow CuS\downarrow + H_2SO_4$

c) Dacă pH = 2 $\Rightarrow$ $[H_3O^+] = 10^{-2}$ moli/L

Din formula $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot c}$ rezultă $K_a = 2 \cdot 10^{-4}$

d) $H_2S + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HS^-$ și $HS^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + S^{2-}$

e) specia amfoteră HS^-. Ecuațiile reacțiile care dovedesc caracterul amfoter.

Subiectul IV

a)

	CO	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	CO_2	+	H_2
Inițial:	40 moli		a moli		15 moli		45 moli
În reacție :	$-x$		$-x$		$+x$		$+x$
La echilibru :	$40 - x$		$a - x$		$15 + x$		$45 + x$
	15		0		40		70

La 100 moli amestec final.....12 moli CO

$100 + x$ .....$(40 - x)$ moli CO

$x = 25$ %CO=12% $\%CO_2 = 32\%$ $\%H_2 = 56\%$

b) $k = \dfrac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \dfrac{70 \cdot 40}{15 \cdot (a - 25)} \Rightarrow a = 65$

$40 \cdot 22{,}4\ m^3$ CO .....65 kmoli H_2O

$40\ m^3$ CO .....y kmoli apă

$y = 2{,}90$ kmoli apă.

Olimpiada județeană 2008, clasa a IX-a

Subiectul I

Nr. item	a	b	c
1	A	F	A
2	F	F	A
3	F	A	F
4	F	F	A
5	A	F	A

Nr. item	a	b	c
6	A	A	F
7	F	A	A
8	F	A	F
9	A	F	A
10	F	F	A

Subiectul II

A. $\begin{cases} 2a + a + b = 100 \\ 1,723a + 1,6385b = 100 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 20\% \\ b = 40\% \end{cases}$

Sarea ***A***: $CuSO_4$, sarea ***B***: $FeCl_3$, baza ***C***: NaOH

(1) $CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$

(2) $FeCl_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$

Din ecuația (1) rezultă: $\frac{160 \text{ g } CuSO_4}{x \text{ g}} = \frac{2 \text{ mol NaOH}}{n \text{ moli}} = \frac{98 \text{ g } Cu(OH)_2}{z \text{ g}}$

Din ecuația (2) rezultă: $\frac{162,5 \text{ g } FeCl_3}{y \text{ g}} = \frac{3 \text{ mol NaOH}}{n \text{ moli}} = \frac{107 \text{ g } Fe(OH)_3}{t \text{ g}}$

$$\begin{cases} z = 49n \\ t = \frac{107n}{3} \\ z + t = a = 20 \text{ g} \end{cases} \Leftrightarrow n = 0,23622 \text{ moli NaOH}$$

$$\begin{cases} x = 80n \\ y = \frac{162,5n}{3} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 18,897 \text{ g } CuSO_4 \\ y = 12,795 \text{ g } FeCl_3 \end{cases} \text{ (\% de masă)}$$

$m = x + y = 31,692$ g săruri

$$\begin{cases} \%CuSO_4 = 59,62\% \\ \%FeCl_3 = 40,37\% \end{cases} \text{ (\% de masă)}$$

$$\begin{cases} n_1 = \frac{n}{2} \text{ moli } Cu(OH)_2 \\ n_2 = \frac{n}{3} \text{ moli } Fe(OH)_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \%Cu(OH)_2 = 60\% \\ \%Fe(OH)_3 = 40\% \end{cases} \text{ (\% molare)}$$

B. $X \rightarrow X_1 + 2X_2 + 3X_3 + ... + nX_n$

$n_X = a$ moli; $n_{X\,(\text{reacționat})} = 0,6a$ moli

$$\frac{1 \text{ mol X}}{0,6a \text{ moli}} = \frac{(1 + 2 + ... + n) \text{ moli gaze}}{y \text{ moli}}; \qquad y = 0,6a\frac{n(n+1)}{2}$$

$n_i = a$ moli X

$n_f = 0{,}4a$ moli X $_{(\text{nereacționat})} + y = 0{,}4a + 0{,}3an(n+1)$

$$p_f = p_i + \frac{1820}{100} p_i = 19{,}2 p_i$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \frac{n_f \cdot T_f}{n_i \cdot T_i} \Leftrightarrow 19{,}2 = \frac{0{,}4a + 0{,}3an(n+1) \cdot 900}{a \cdot 300} \Leftrightarrow n^2 + n - 20 = 0 \Rightarrow n = 4$$

Subiectul III

$$\begin{cases} n_1 = 0{,}18182n \text{ moli Cu} \\ n_2 = 0.81818n \text{ moli CuO} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} m_1 = 11{,}63648n \text{ g Cu} \\ m_2 = 65{,}4544n \text{ g CuO} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} m = m_1 + m_2 = 169{,}6 \\ n = 2{,}2 \text{ moli amestec} \end{cases}$$

$$\begin{cases} n_1 = 0{,}4 \text{ moli Cu} \\ n_2 = 1{,}8 \text{ moli CuO} \end{cases}$$

(1) $Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$

(2) $CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$

Din ecuația (1) rezultă: $\frac{1 \text{ mol Cu}}{0{,}4 \text{ moli}} = \frac{2 \text{ moli } H_2SO_4}{2 \cdot 0{,}4 \text{ moli}} = \frac{1 \text{ mol } CuSO_4}{0{,}4 \text{ moli}} = \frac{2 \text{ moli } H_2O}{2 \cdot 0{,}4 \text{ moli}}$

Din ecuația (2) rezultă: $\frac{1 \text{ mol CuO}}{1{,}8 \text{ moli}} = \frac{1 \text{ mol } H_2SO_4}{1{,}8 \text{ moli}} = \frac{1 \text{ mol } CuSO_4}{1{,}8 \text{ moli}} = \frac{1 \text{ mol } H_2O}{1{,}8 \text{ moli}}$

$n_{H_2SO_4} = 2{,}6$ moli $\Rightarrow m_d = 254{,}8$ g H_2SO_4 pur

$n_{CuSO_4} = 2{,}2$ moli $\Rightarrow m = 352$ g $CuSO_4$

$n_{H_2O} = 2{,}6$ moli $\Rightarrow m_{H_2O} = 46{,}8$ g

$t = 21°C$

100 g apă. ..... dizolvă maxim 22 g $CuSO_4$

u g apă .....352 g $CuSO_4$

$u = 1600$ g apă

Masa de apă care provine din soluția de H_2SO_4 este: 1600 – (1548 + 46,8) = 5,2 g

$m_s = 254{,}8 + 5{,}2 = 260$ g soluție H_2SO_4

$$C = \frac{254{,}8}{260} \cdot 100 = 98\%$$

$t = 10°C$

Fie x g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ depus care conține $\begin{cases} \frac{16x}{25} \text{ g } CuSO_4 \\ \frac{9x}{25} \text{ g } H_2O \end{cases}$

În soluția, saturată la 10°C, rămân: $\begin{cases} \left(352 - \frac{16x}{25}\right) \text{ g } CuSO_4 \\ \left(1600 - \frac{9x}{25}\right) \text{ g } H_2O \end{cases}$

100 g apă. .....dizolvă maxim 18 g $CuSO_4$

$\left(1600-\frac{9x}{25}\right)$ g apă..... $\left(352-\frac{16x}{25}\right)$ g $CuSO_4$

x = 111,265 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ depus.

Olimpiada națională 2008, clasa a IX-a

Subiectul I

1) a; 2) e; 3) d; 4) c; 5) c; 6) b; 7) c; 8) c; 9) d; 10) b.

Subiectul II

a) X = H; Y =D;

b) Z = O;

c) H_2O, D_2O

d) 76,9% H_2O, 23,1% D_2O (c) p. molară);
75% H_2O, 25% D_2O (c) p. masică);

e) 2 reacții de ionizare;

f) a) $p^+ = {}_1^1p$; b) $d^+ = {}_1^2d$; c) ${}_6^{11}C$; d) ${}_2^4He$; e) ${}_{10}^{20}Ne$; f) ${}_9^{18}F$.

Subiectul III

a) 16 moli A și 16 moli B;

b) 15 moli A și 12 moli B;

c) 4 moli A și 8 moli B;

d) n_C = 9 moli, n_D = 18 moli, n_E = 12 moli.

Subiectul IV

a) A: $KClO_3$; B: $CuCO_3$; C: $Pb(NO_3)_2$; X: KCl;
Y: CuO; Z: PbO; V: $Na_2[Pb(OH)_4]$; W: $[Cu(NH_3)_4]SO_4$;

b) 8 reacții;

c) $KClO_3$:$2 \cdot 10^{-3}$ moli;
$CuCO_3$: $3 \cdot 10^{-3}$ moli;
$Pb(NO_3)_2$: $4 \cdot 10^{-3}$ moli;
$KClO_3$: 22,22%;
$CuCO_3$: 33,33%;
$Pb(NO_3)_2$: 44,44%.

Olimpiada județeană 2009, clasa a IX-a

Subiectul I

Nr. item	a	b	c
1	F	F	F
2	A	F	F
3	F	F	A
4	F	F	A
5	F	A	F

Nr. item	a	b	c
6	F	A	F
7	F	F	A
8	F	A	A
9	A	F	A
10	A	F	F

Subiectul II

1. a) $X + C \xrightarrow{t^\circ C} NH_3 + HCl + 2CO_2$

$X = NH_4ClO_4$

$Y \xrightarrow{t^\circ C}$ sare $+ O_2$; $M = Cs$

Sarea: $CsEO_x$

Pentru $x = 2$, $m_{a\,E} = 14$ u.; $E = N$

Sarea: $CsNO_2 \Rightarrow Y = CsNO_3$.

b) $NH_4ClO_4 + C \longrightarrow NH_3 + HCl + 2CO_2$

$CsNO_3 \longrightarrow CsNO_2 + 1/2O_2$

c) Nr. de moli din fiecare sare: $n = 0{,}4$ moli NH_4ClO_4; 1,2 moli $CsNO_3$

$n_{gaze} = 2{,}2$ moli; $V_{A\,gaze} = 157{,}49$ L (la 600°C)

2. d) $V_B = 393{,}72$ L

3. e) $Z = NH_4NO_3$

Ecuațiile: $NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2H_2O$

$N_2O \longrightarrow N_2 + 1/2O_2$

f) $n_{NH_4NO_3} = 2{,}5$ moli

$n_{gaze} = 8{,}75$ moli; $V_{gaze} = 626{,}38$ L

g) $V_t = 1025$ L

4. h) $Z_M = 23 \Rightarrow M = V$

M' = Mo

Formula catalizatorului: $V_2Mo_5O_{20}$

Subiectul III

A. Exemplu: a) $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

b) $AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl + HNO_3$

c) $CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$

d) $Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4]$

e) $Na + H_2O \rightarrow NaOH + {}^1/_2H_2$

f) $2NaBr + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + Br_2$

B. $CuCO_3 \xrightarrow{900^\circ C} CuO + CO_2$

$CuCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O + CO_2$

$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$

$m_{soluție\ H_2SO_4} = 800$ g

$m_{CuSO_4} = 640$ g

$m_{soluție\ finală} = 1120$ g

$c\% = 57,14\%$

$m_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = 1000$ g

Olimpiada națională 2009, clasa a IX-a

Subiectul I

1. d; **2.** e; **3.** b; **4.** d; **5.** b; **6.** a; **7.** b; **8.** d; **9.** d; **10.** b.

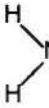
Subiectul II

a) $A = -0,5c + 0,085$

b) $c_M = 0,036$ M

c) $^{235}UF_4 = 0,0311$ g, $^{238}UF_4 = 0,1570$ g, $^{235}UF_6 = 0,00698$ g, $^{238}UF_6 = 0,0352$ g

Subiectul III

a) *1.*  , $S=C=S$, $Cl-C\equiv N$

2. a = KCN; f = C;
b = KCl; g = CO;
c = ClCN; h = CaC_2;
d = NH_4Cl; i = $CaCN_2$
e = H_2NCN;

b) $x = {}^4_2He$, $y = {}^0_{-1}e$

c) 1 structură

Subiectul IV

a) FeS; b) 12%; c) 332,64 L; d) 0,943